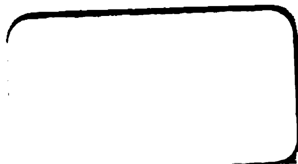


12,60+1,20=13,80.

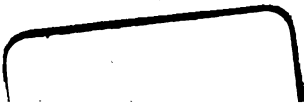




R. Hanitsch, stud. math. et rer. nat.
Eisenberg, Ostern 1883.

PRESENTED BY
Mrs. R. HANITSCH
through the Hope [illegible]
Jan. 1941.





R. Hanitsch [illegible]

Eisenberg [illegible]

PRESENTED BY

Mrs. R. [illegible]

through the [illegible]

Jan. [illegible]

RE.

[redacted]

GRUNDZÜGE DER ANATOMIE

DER

WIRBELLOSEN THIERE.



GRUNDZÜGE DER ANATOMIE

DER

WIRBELLOSEN THIERE

VON

THOMAS H. HUXLEY, LL. D., F. R. S.

AUTORISIRTE DEUTSCHE AUSGABE

VON

DR. J. W. SPENGEL.

MIT 179 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1878.


BODLEIAN LIBRARY
13
JAN
1941
RADCLIFFE

Vorrede des Uebersetzers.

Obwohl das vorliegende Werk ein Seitenstück zu dem »Manual of the Anatomy of Vertebrated Animals« desselben Verfassers bildet, von dem im Jahre 1873 eine von Dr. Fr. Ratzel besorgte deutsche Uebersetzung unter dem Titel »Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere« erschien, habe ich es vorgezogen, diesem Verhältniss nicht im Titel Ausdruck zu geben, um dem Buche nicht einen Anspruch unterzuschieben, den es nicht erheben will. Es ist kein »Handbuch« in dem bei uns üblichen Sinne, ja selbst ein »Lehrbuch« nur in dem Sinne, als es für Lernende bestimmt ist. Dadurch ist auch die auf den ersten Blick vielleicht lückenhaft und ungleichmässig erscheinende Behandlung des Gegenstandes erklärt und begründet. Indem ich im Uebrigen das Buch sich selbst rechtfertigen lassen muss, kann ich nicht umhin, in wenigen Worten meine Thätigkeit als Uebersetzer und Herausgeber desselben zu beleuchten.

In der Vorrede des Verfassers ist angedeutet, dass die ersten Capitel bereits lange gedruckt waren, als die letzten vollendet wurden. Zu meinem Bedauern ist der Verfasser auf meinen durch dieses Verhältniss hervorgerufenen Wunsch nicht eingegangen, sein Werk für die deutsche Ausgabe den neueren Fortschritten gemäss zu überarbeiten. Andrerseits musste ich sehr bald die Ueberzeugung gewinnen, dass eine Ergänzung etwaiger Lücken von meiner Seite unthunlich sei. Daher habe ich mich darauf beschränkt, in wenigen Anmerkungen auf einzelne neuere den im Text geäusserten Ansichten widersprechende

Untersuchungen hinzuweisen. Ferner glaubte ich, an dem illustrativen Theile des Werkes einige Veränderungen mir gestatten zu dürfen. Die Wahl der Holzschnitte des Originales war augenscheinlich durch ökonomische Gründe beeinflusst. Die meisten der Abbildungen sind aus älteren Werken desselben Verfassers herübergenommen, andere aus dem bekannten OWENschen Handbuche und aus anderen Quellen; nur wenige sind neu. Der Herr Verleger hat nun freundlichst die von früheren Veröffentlichungen her in seinem Besitze befindlichen Holzschnitte zur Verfügung gestellt, theils zur Ergänzung der Abbildungen der englischen Ausgabe, theils um einige unbefriedigend erscheinende Figuren in dieser zu ersetzen. Auf solche Weise sind die Figuren 2, 9, 35—37, 41, 44, 60, 63 C—F, 64, 71, 74, 76, 77, 118, 122, 127, 154 und 157 des Originals beseitigt. Die aus fremden Werken in die deutsche Ausgabe herübergenommenen Abbildungen sind folgende: Figg. 2, 41, 51, 52, 53, 58, 60, 61, 70, 81, 104, 119, 127, 128, 130, 134, 138, 140, 141, 150, 152, 153, 159, 160, 174 (aus den verschiedenen Ausgaben des GEGENBAURschen Lehrbuches), 44 (aus CARUS, »System der thierischen Morphologie«), 84 (aus FR. MÜLLER, »Für DARWIN«), 133 (aus SCHMARDA, »Lehrbuch der Zoologie«), 177 und 178 (aus LEUCKART, »Die menschlichen Parasiten«). Figg. 9, 35—37, 66, 69 C—F, 77, 80, 83, 165 und 166 endlich sind neu angefertigt.

Nur an einer Stelle (S. 251) ist durch eine Veränderung der Abbildung eine geringe Veränderung im Texte bedingt. Ferner wurden einzelne auf englische Lehrmittel bezügliche Anmerkungen fortgelassen. Einige weitere Auslassungen im Text geschahen mit Zustimmung des Verfassers.

Wesentliche Veränderungen sind durch diese verschiedenen Eingriffe nicht herbeigeführt worden, und ich hoffe, dass man auch in der Darstellung mehr den Verfasser als den Uebersetzer bemerken wird.

Neapel, März 1878.

Der Uebersetzer.

Vorrede des Verfassers.

Der vorliegende Band bildet den Schluss eines Unternehmens, ein Lehrbuch der vergleichenden Anatomie für Studenten herauszugeben, welches ich vor zwei und zwanzig Jahren begonnen habe. Eine beträchtliche Rate des Werkes, welche sich gänzlich auf die wirbellosen Thiere bezog, erschien in den »Medical Times and Gazette« für 1856 und 1857 unter dem Titel »Lectures on General Natural History«. Allein mancherlei Umstände verschworen sich damals gegen mich und nöthigten mich, meine Aufmerksamkeit mehr den Wirbelthieren zuzulenken, und dies veranlasste mich, die Veröffentlichung der »Vorlesungen« zu unterbrechen und die den Wirbelthieren gewidmete Hälfte des Werkes zuerst zu vollenden. Diese erschien im Jahre 1871 als ein »Manual of the Anatomy of Vertebrated Animals«.

Eine Zeit der Unfähigkeit zu irgend welcher ernsten Arbeit verhinderte mich bis zum Jahre 1874, einen Versuch zu machen, der ungeheuren Masse von neuen und wichtigen Angaben über den Bau und besonders über die Entwicklung der wirbellosen Thiere Herr zu werden, welche durch die Thätigkeit einer Schar von Forschern in den letzten Jahren angehäuft war.

Dass ich nur langsam vorwärts gekommen bin, wird Keinen in Erstaunen setzen, der das Wachsthum der Literatur über thierische Morphologie kennt oder weiss, wie zeitraubend es ist, sich selbst von den Hauptthatsachen dieser Wissenschaft zu über-

zeugen; allein ich habe versucht, im letzten Capitel die wichtigsten neueren Zuwachse unsrer Kenntnisse nachzutragen, soweit sie sich auf die in den ersten, schon seit langer Zeit gedruckten Capiteln behandelten Gruppen beziehen.

Als ich dies Werk begann, war es meine Absicht, auch hier den im »Manual of the Anatomy of Vertebrated Animals« verfolgten Plan einzuhalten, nämlich eine gedrängte Darstellung der mir gut begründet erscheinenden morphologischen Thatsachen zu geben, ohne Hinweise auf meine Quellen. Ich fand jedoch bald, dass es unzweckmässig sein werde, dies Verfahren consequent durchzuführen, und einige von meinen Seiten sind, fürchte ich, mit Noten und Nachweisen etwas überladen.

Ich möchte diesen Umstand um so mehr erwähnen, als sonst, hätte ich die Absicht gehabt, eine vollständige Bibliographie zu geben, das augenfällige Fehlen der Titel vieler wichtigen Bücher und Abhandlungen unverantwortlich und in der That tadelnswerth erscheinen könnte.

Meine Absicht bei der Abfassung dieses Buches war es, es für Diejenigen nützlich zu machen, welche sich mit den Grundzügen unsrer jetzigen Kenntnisse von der Morphologie der Wirbellosen bekannt zu machen wünschen; doch habe ich es auch nicht unterlassen, gelegentlich mit ihrer Physiologie und ihrer Verbreitung zusammenhängende Thatsachen zu erwähnen. Andrerseits habe ich darauf verzichtet, Fragen der Aetiologie zu erörtern, nicht weil ich die Wichtigkeit derselben unterschätze, oder für das Interesse des grossen Entwicklungsproblems unempfänglich bin, sondern weil meines Erachtens durch die wachsende Neigung, morphologische Verallgemeinerungen mit ätiologischen Speculationen zu vermengen, die Biologie in Verwirrung gebracht werden wird.

Das für den Studenten Wesentliche ist die Kenntniss der Thatsachen der Morphologie, und er sollte stets bedenken, dass Verallgemeinerungen leere Formeln sind, so lange er nicht in

seiner persönlichen Erfahrung Etwas besitzt, was den Worten, in denen die Verallgemeinerungen ausgedrückt sind, Wesen und Inhalt verleiht.

Durch anatomische Zerlegung eines einzelnen Vertreters jeder der Hauptabtheilungen der Wirbellosen wird der Student eine gründlichere Kenntniss ihrer vergleichenden Anatomie sich aneignen, als wenn er noch so fleissig in diesem oder einem andern Buche liest. Ich habe deshalb das praktische Studium dadurch zu erleichtern gesucht, dass ich bei den complicirteren Typen eine ausführliche Beschreibung von einzelnen Formen gegeben habe.

Dass das Auswendigwissen einer »Classification der Thiere« mit allen dazu gehörigen Definitionen Etwas mit wahrem Wissen zu thun habe, ist einer der häufigsten und unheilvollsten Irrthümer der Studenten sowohl wie ihrer Examinatoren.

Die wahre Aufgabe des Lernenden besteht darin, sich eine richtige und lebendige Vorstellung von Dem zu machen, was man die natürlichen Ordnungen der Thiere nennen kann. Die Art und Weise der Anordnung oder Classification derselben zu grösseren Gruppen ist von gänzlich secundärer Bedeutung. Ich habe daher auch diesem Gegenstande nur einen untergeordneten Platz im letzten Capitel eingeräumt und es für unnöthig gehalten, die von Anderen vorgeschlagenen Systeme zu erörtern oder die Gründe anzugeben, welche mich bewogen haben, meine eigenen früheren Versuche in dieser Richtung mit Stillschweigen zu übergehen.

Der mannichfachen Unvollkommenheiten in der Ausführung der Aufgabe, welche ich mir gestellt habe, werden sich Wenige mehr bewusst sein als ich selbst; allein ich hege die Hoffnung, dass das Buch auch in seinem jetzigen Zustande dem Anfänger von Nutzen sein wird.

Diejenigen, welche tiefer in das Studium der Wirbellosen einzudringen wünschen, werden gut thun, die ausgezeichneten

Lehrbücher von v. SIEBOLD[1]), GEGENBAUR[2]) und CLAUS[3]) zu Rathe zu ziehen, ferner die ausführlichen Werke von MILNE EDWARDS[4]) und BRONN[5]), in denen man auch eine sehr vollständige Bibliographie findet.

London, Juni 1877.

---

1) v. SIEBOLD, »Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere«. 1848. Eines der besten Bücher, die je über den Gegenstand geschrieben sind, und noch immer unentbehrlich.

2) GEGENBAUR, »Grundzüge der vergleichenden Anatomie«, 1870 und »Grundriss der vergleichenden Anatomie«, 1874.

3) CLAUS, »Grundzüge der Zoologie«, 3. Aufl. 1876.

4) MILNE EDWARDS, »Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux«, t. I—XII (unvollständig).

5) BRONN, »Die Klassen und Ordnungen des Thierreiches«. Bd. I—VI (unvollständig).

Inhaltsverzeichniss.

Capitel IV.

Die Turbellarien, die Rotiferen, die Trematoden und die Cestoden.

Capitel V.

Die Hirudineen, die Oligochaeten, die Polychaeten, die Gephyreen.

Capitel VI.

Die Arthropoden.

Capitel VII.

Die luftathmenden Arthropoden.

Capitel VIII.

Die Polyzoen, die Brachiopoden und die Mollusken.

Capitel IX.

Die Echinodermen.

Capitel X.

Die Tunicaten oder Ascidioiden.

Capitel XI.

Die Peripatiden, die Myzostomen, die Enteropneusten, die Chaetognathen, die Nematoden, die Physemarien, die Acanthocephalen und die Dicyemiden.

Capitel XII.

Die Taxonomie der wirbellosen Thiere.

EINLEITUNG.

I. Allgemeine Grundsätze der Biologie.

Den Gegenstand der biologischen Wissenschaften bilden die sich an lebenden Wesen darbietenden Erscheinungen; und wenn es auch herkömmlich und bequem ist, die Erscheinungen des Geistes und der Geselligkeit als Psychologie und Sociologie zusammenzufassen, so muss man doch zugeben, dass zwischen dem Gegenstande dieser Wissenschaften und demjenigen der Biologie keine natürliche Grenze besteht. Die Psychologie ist unzertrennlich mit der Physiologie verkettet, und die Phasen des socialen Lebens der Thiere, welche manchmal im hohen Grade dem menschlichen Staatsleben gleichen, gehören durchaus in das Gebiet der Biologie.

Andererseits sind die biologischen Wissenschaften scharf geschieden von den abiologischen, welche mit den Erscheinungen der leblosen Materie zu thun haben, da die Eigenschaften der lebenden Materie sich durchaus von denen aller andern Dinge unterscheiden und beim gegenwärtigen Stande unseres Wissens kein Verbindungsglied zwischen Lebendem und Leblosem vorhanden ist.

Die unterscheidenden Merkmale lebender Materie sind:

1. Ihre *chemische Zusammensetzung*: Sie besteht ausnahmslos aus einer oder mehreren Formen einer complicirten Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, dem sogenannten Proteïn (das man indessen bisher nur als Product lebender Körper kennt) mit einer grossen Menge Wasser; diese bilden den Hauptbestandtheil einer Substanz, welche in ihrem ursprünglichen, unveränderten Zustande als *Protoplasma* bekannt ist.

2. *Ihre beständige Zersetzung und Zerstörung durch Oxydation und der damit Hand in Hand gehende Wiederaufbau durch Aufnahme neuer Stoffe.*

Ein durch Zerfall der Protoplasma-Moleküle hervorgerufener Zersetzungs-Process, infolge dessen diese sich in Körper einer höheren Oxydationsstufe spalten, die aus dem lebenden Körper ausgeschieden werden, ist mit dem Leben nothwendig verbunden. Wahrscheinlich ist immer eines dieser Zersetzungsproducte Kohlensäure, während die übrigen aus dem Rest des Kohlenstoffes, dem Stickstoff, dem Sauerstoff und den übrigen im Protoplasma enthaltenen Elementen bestehen.

Die zur Ausgleichung dieses beständigen Verlustes aufgenommenen neuen Stoffe sind entweder fertiges Protoplasma, das von einem andern lebenden Wesen geliefert wird, oder bestehen aus einfacheren Verbindungen der Elemente des Protoplasmas, die also durch die Thätigkeit der lebenden Materie selbst zu Protoplasma aufgebaut werden müssen. In jedem Falle findet die Aufnahme neuer Moleküle nicht durch Anlagerung an die Oberfläche des Körpers statt, sondern durch Zwischenlagerung zwischen die schon vorhandenen Moleküle. Halten die Vorgänge der Zersetzung und des Aufbaues, welche das Leben charakterisiren, einander das Gleichgewicht, so bleibt die Grösse des lebenden Körpers stationär, erfolgt der Aufbau rascher, so *wächst* derselbe. Die Grössenzunahme aber, welche das Wachsthum ausmacht, ist das Ergebniss der Intussusception neuer Moleküle, unterscheidet sich also durchaus von dem Wachsthum durch Anlagerung, das wir bei den Krystallen beobachten und das blos durch äusserliche Hinzufügung neuer Materie geschieht, so dass in dem bekannten Satz LINNÉ's — »*lapides* crescunt: *vegetabilia* crescunt et vivunt: *animalia* crescunt, vivunt et sentiunt — das Wort »wachsen« für die Steine einen ganz andern Vorgang bezeichnet, als was man »Wachsthum« bei Pflanzen und Thieren nennt.

3. *Ihre Tendenz, cyclische Veränderungen zu durchlaufen.*

Bei dem gewöhnlichen Lauf der Dinge geht jegliche lebende Materie aus vorher bestehender lebender Materie hervor, indem ein Theil der letzteren sich loslöst und selbständige Existenz erlangt. Die neue Form nimmt die Eigenschaften derjenigen an, aus welcher sie entstanden ist, zeigt dieselbe Fähigkeit, sich durch einen Sprössling fortzupflanzen, und hört wie ihr Vorgänger früher oder später auf, zu leben, und löst sich in höher oxydirte Verbindungen ihrer Elemente auf.

Jeder einzelne lebende Körper ändert also nicht nur beständig

seine Substanz, sondern auch seine Grösse und Form erfahren fortlaufende Umbildungen, deren Ende der Tod und der Zerfall dieses Individuums ist; die Erhaltung der Art wird ermöglicht durch die Ablösung von Theilen, welche denselben Kreislauf von Formen zurückzulegen streben wie das elterliche Wesen.

Keine Formen der Materie, welche nicht leben oder von lebenden Wesen abstammen, besitzen diese drei Eigenschaften oder zeigen auch nur eine Annäherung an die im zweiten und dritten Paragraphen angeführten merkwürdigen Erscheinungen. Ausser diesen unterscheidenden Merkmalen besitzt die lebende Materie einige andere Eigenthümlichkeiten, deren wichtigste die Abhängigkeit ihrer sämmtlichen Leistungen von Feuchtigkeit und Wärme innerhalb einer begrenzten Temperaturbreite und der Besitz einer gewissen Structur oder Organisation sind.

Wie bereits erwähnt, enthält die lebende Materie immer eine grosse Menge Wasser; eine gewisse Trockenheit hemmt die Lebens-Thätigkeiten, und die vollständige Entziehung dieses Wassers ist mit jedem actuellen oder potentiellen Leben durchaus unvereinbar. Allein viele von den einfacheren Lebensformen ertragen eine derartige Austrocknung, dass ihre Lebensäusserungen gehemmt und sie in leblose Materie verwandelt erscheinen, und dennoch bleiben sie potentiell am Leben, d. h. erwachen wieder, wenn man sie gehörig befeuchtet. Diese Wiederbelebung kann geschehen, wenn das Leben auch schon Monate oder selbst Jahre gehemmt gewesen ist.

Die Eigenschaften der lebenden Materie stehen in inniger Beziehung zur Temperatur. Es zerstört nicht nur eine Wärme, welche so gross ist, dass sich dabei die Eiweissstoffe zersetzen, das Leben durch Vernichtung der Molekularstructur, von der das Leben abhängt, sondern alle Lebensthätigkeiten, alle Erscheinungen der Ernährung, des Wachsthums, der Bewegung und der Fortpflanzung sind nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen möglich. Nähert sich die Temperatur diesen Grenzen, so verschwinden die Lebensäusserungen, wenn sie auch durch Herstellung der normalen Bedingungen wieder hervorgerufen werden können; werden indessen diese Grenzen weit überschritten, so erfolgt der Tod.

Soweit ist die Sache klar; allein es ist nicht leicht, genau die Temperaturgrenzen anzugeben, da diese zum Theil nach der Art der lebenden Materie, zum Theil nach dem Feuchtigkeitszustande, der bei einer bestimmten Temperatur besteht, verschieden zu sein

scheinen. Bei den höheren Organismen sind die Lebensbedingungen so complicirt, dass man die experimentelle Prüfung dieser Frage mit Erfolg nur an den niedrigsten und einfachsten Formen vornehmen kann. Diese scheinen im trocknen Zustande viel grössere Extreme sowohl von Kälte wie von Wärme ertragen zu können, als im feuchten. So fand PASTEUR, dass man trockne Pilzsporen einer Temperatur von 120° bis 125° C. aussetzen konnte, ohne sie zu zerstören, während dieselben Sporen, wenn sie feucht waren, durch 100° getödtet wurden. Andererseits fand CAGNIARD DE LA TOUR, dass trockene Hefe der ausserordentlich niedrigen Temperatur der festen Kohlensäure (—57°) ausgesetzt werden konnte, ohne zu sterben. Im feuchten Zustande konnten sie gefroren und bis auf —5° C. abgekühlt werden, wurden indessen durch niedrigere Temperaturen getödtet. Es ist jedoch sehr wünschenswerth, dass diese Experimente wiederholt werden, denn COHN's sorgfältige Beobachtungen an *Bacterien* zeigen, dass diese, obwohl sie in eine Art Starre verfallen und wie Hefe ihre Fähigkeit, Gärung zu erregen, am Gefrierpunkte des Wassers oder nahe daran einbüssen, nicht getödtet wurden, wenn man sie 5 Stunden einer Temperatur unter —10° C., die zeitweilig sogar bis auf —18° C. sank, aussetzte. Exemplare von *Spirillum volutans*, die in dieser Weise abgekühlt waren, fingen kurze Zeit, nachdem das Eis, in welchem sie gelegen hatten, geschmolzen war, wieder an, sich zu bewegen. Allein COHN bemerkt, *Euglenen*, welche mit ihnen eingefroren waren, seien sämmtlich getödtet und zerfallen, und dasselbe Schicksal habe die höheren *Infusorien* und *Rotiferen* betroffen, mit Ausnahme einiger eingekapselter *Vorticellen*, in denen man an den rhythmischen Bewegungen der contractilen Vacuole noch das Leben nachweisen konnte.

Es scheint danach die Widerstandsfähigkeit der lebenden Materie zum grossen Theil von der besonderen Form jener Materie abzuhängen, die Temperaturgrenze für *Euglena*, obwohl sie ein so einfacher Organismus ist, viel höher zu sein, als diejenige für *Bacterium*.

Betrachtungen dieser Art werfen einiges Licht auf die anscheinend anomalen Bedingungen, unter denen man viele niedere Pflanzen, wie *Protococcus* und die *Diatomaceen*, und auch einige niedere Thiere, wie die *Radiolarien*, leben sieht. *Protococcus* hat man nicht nur in mittleren Breiten, auf hohen Schneefeldern gefunden, sondern er bedeckt bisweilen ausgedehnte Eis- und Schneeflächen in

den arktischen Regionen, wo er einer äusserst niedrigen Temperatur ausgesetzt sein muss — in dem letzteren Falle viele Monate hindurch. Ebenso wimmelt es in den arktischen und antarktischen Meeren von *Diatomaceen* und *Radiolarien*. Von den *Diatomaceen* hängt, wie Hooker so schön nachgewiesen hat, in diesen Gegenden alles Oberflächenleben schliesslich ab, und ihre ungeheuren Mengen beweisen, dass ihre Vermehrung den an sie gestellten Anforderungen entspricht und von der niedrigen, niemals viel über dem Gefrierpunkt liegenden Temperatur des Wassers, in dem sie gewöhnlich leben, nicht ernstlich beeinträchtigt wird.

Die obere Temperaturgrenze, welche die lebende Materie zu ertragen vermag, ist nicht minder wechselnd, als die untere. Kühne fand, dass marine *Amöben* bei 35° C. starben, während dies bei Süsswasser-*Amöben* nicht der Fall war; diese ertrugen 5 oder selbst 10° mehr. *Actinophrys Eichhornii* starb erst, als die Temperatur auf 44 oder 45° C. stieg. *Didymium serpula* starb bei 35° C., während eine andere *Myxomycete*, *Aethalium septicum*, erst bei 40° C. unterlag.

Cohn (»Untersuchungen über Bacterien« in *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, Heft II, 1872) hat die Resultate einer Versuchsreihe mitgetheilt, welche er zu dem Zwecke angestellt hatte, die Temperatur zu bestimmen, bei welcher *Bacterien* in einer Flüssigkeit von bestimmter chemischer Zusammensetzung und ohne diejenigen Complicationen, welche aus den Ungleichheiten der physikalischen Beschaffenheit entstehen müssen, wenn neben den *Bacterien* noch andere feste Körper vorhanden sind, leben können. Die angewandte Flüssigkeit enthielt 0,1 Gramm phosphorsaures Kali, 0,1 Gr. krystallisirte schwefelsaure Magnesia, 0,1 Gr. dreibasischen phosphorsauren Kalk und 0,2 Gr. weinsteinsaures Ammon in 20 Cubikcentimeter destillirtem Wasser. Wurde zu einer gewissen Menge dieser »Normalflüssigkeit« etwas bacterienhaltiges Wasser gesetzt, so ging die Vermehrung der *Bacterien* rasch von statten, gleichgültig, ob die Gläser offen oder hermetisch verschlossen waren. Hermetisch zugeschmolzene Flaschen mit einer Quantität der mit Bacterien inficirten Normalflüssigkeit wurden dann in Wasser von verschiedener Temperatur getaucht und dabei, ohne aus dem Wasser herausgezogen zu werden, sorgfältig umgeschüttelt. Das Resultat war, dass in denjenigen Flaschen, welche eine Stunde lang in dieser Weise einer Temperatur von 60° bis 62° C. ausgesetzt waren, die *Bacterien*

sich nicht entwickelten und die Flüssigkeit vollkommen klar blieb. Andererseits wurde bei ähnlichen Versuchen, in denen die Flaschen nur auf 40° oder 50° C. erwärmt worden waren, die Flüssigkeit in Folge der Vermehrung der *Bacterien* im Laufe von 2 bis 3 Tagen trübe.

Ich pflege meinen Zuhörern jedes Jahr einmal zu zeigen, dass eine PASTEUR'sche Lösung und ein Heuaufguss, die man fünf Minuten lang in einer mit einem Baumwollen-Pfropfen gut verschlossenen Flasche gekocht hat, vollständig frei von lebenden Organismen bleibt, so lange man sie auch aufbewahren mag. Dasselbe gilt von einer Lösung ähnlich der COHN'schen, in der indessen alle Salze Ammoniaksalze sind[1]) und in der *Bacterien* üppig gedeihen. Professor TYNDALL's umfangreiche Versuche ergeben dasselbe Resultat für Flüssigkeiten der verschiedensten Zusammensetzungen. Die Fälle, wo in Milch und einigen anderen Flüssigkeiten nach Erwärmung über den Siedepunkt *Bacterien* aufgetreten sein sollen, bedürfen erneuter Prüfung.

Sowohl in KÜHNE's wie in COHN's Versuchen, welche letztere neuerdings durch Dr. ROBERTS in Manchester bestätigt und erweitert worden sind, zeigte sich, dass es denselben Erfolg hat, ob man die Organismen lange Zeit einer niedrigeren Temperatur, als zur unmittelbaren Abtödtung erforderlich ist, aussetzt oder eine kurze Zeit der letzteren Temperatur. So beobachtete COHN, dass alle Bacterien in der Normalflüssigkeit mit Sicherheit getödtet wurden, wenn er sie kurze Zeit einer Temperatur von 60° C. oder darüber aussetzte, dass dagegen in einer Flasche mit Normalflüssigkeit, die eine Stunde lang auf 50° bis 52° C. erwärmt worden war, die Vermehrung der Bacterien viel früher eintrat, als in einer, welche 2 Stunden derselben Temperatur ausgesetzt war.

Im Allgemeinen scheint für die einfacheren pflanzlichen Organismen zu gelten, dass ihr Leben bei Temperaturen von über 60° C. erlischt; allein es wird von competenten Beobachtern versichert, dass lebende Algen in heissen Quellen von viel höherer Temperatur gefunden sind, nämlich von 76° bis 98° C.; für letztere überraschende Thatsache haben wir das Zeugniss von DESCLOISEAUX. Wenn man

---

1) Diese waren so rein, wie ich sie bekommen konnte. Es ist möglich, dass die Flüssigkeit eine unendlich kleine Menge fester mineralischer Bestandtheile enthalten hat.

sagt, diese Organismen hätten sich an solche Temperaturen »gewöhnt«, so ist das keine Erklärung dieser Erscheinungen, sondern nur eine Constatirung der Thatsache mit anderen Worten. Wäre dieser Wärmegrad absolut unvereinbar mit der Thätigkeit lebender Wesen, so könnten die Pflanzen ihm ebenso wenig widerstehen, wie sie sich daran »gewöhnen« können, zur Rothglühhitze erwärmt zu werden. Die Gewohnheit kann zwar Nebensächliches modificiren, aber nicht auf fundamentale Verhältnisse von Einfluss sein.

Neue Beobachtungen weisen darauf hin, dass die unmittelbare Ursache des Todes an erster Stelle und der Zerstörung an zweiter die Gerinnung gewisser Substanzen im Protoplasma ist, und dass das letztere eine Anzahl gerinnbarer Bestandtheile enthält, welche bei verschiedenen Temperaturen erstarren. Es bleibt zu untersuchen, in wie weit der Tod eines gegebenen lebenden Organismus bei bestimmter Temperatur abhängt von der Zerstörung seines Hauptbestandtheiles bei jenem Wärmegrade, und wie weit der Tod durch Gerinnung blos nebensächlicher Bestandtheile herbeigeführt werden kann.

Von allen lebenden Wesen, welche gross genug sind, dass man mit Hülfe des Mikroskops sich ein verlässliches Bild von ihnen zu schaffen vermag, kann man sagen, dass sie optisch heterogen sind, und dass besonders die oberflächliche Schicht in physikalischer und chemischer Hinsicht in einem Gegensatz zur inneren Masse steht, während bei den meisten lebenden Wesen an Stelle der blossen Heterogenität eine bestimmte Structur tritt, wodurch der Körper in sichtbar verschiedene Theile zerfällt, welche verschiedene Kräfte oder Functionen besitzen. Lebende Wesen, welche eine solche sichtbare Structur besitzen, nennt man *organisirt*. Die Organisation ist unter den lebenden Wesen so weit verbreitet, dass man nicht selten die Wörter organisirt und lebend gebraucht, als gingen beide Eigenschaften immer Hand in Hand mit einander. Dies ist indessen nicht vollkommen richtig, wenn damit gesagt sein soll, dass alle lebenden Wesen eine sichtbare Organisation besässen, denn es giebt zahlreiche Formen von lebenden Naturkörpern, von denen man nicht eigentlich sagen kann, dass sie eine bestimmte sichtbare Structur oder dauernd gesonderte Organe hätten, wenn auch ohne Zweifel das einfachste Theilchen lebendiger Substanz eine sehr complicirte Molekularstructur besitzt, die sich indessen dem Auge vollständig entzieht.

Die grossen Unterschiede, welche thatsächlich zwischen allen

bekannten Lebewesen und jedem andern Bestandtheile der materiellen Welt besteht, rechtfertigen die Trennung der biologischen Wissenschaften von allen übrigen. Allein man muss nicht glauben, dass die Unterschiede zwischen lebender und lebloser Materie so weit gingen, dass für die eine andere Kräfte herrschten als für die andere. Abgesehen von den Erscheinungen des Bewusstseins sind die Erscheinungen des Lebens sämmtlich abhängig von der Wirksamkeit derselben physikalischen und chemischen Kräfte, welche auch in der übrigen Welt bestehen. Es mag bequem sein, die Ausdrücke »Vitalität« und »Lebenskraft« zu gebrauchen, um die Ursachen gewisser grosser Gruppen von natürlichen Vorgängen zu bezeichnen, wie wir die Namen »Elektricität« und »elektrische Kraft« zur Bezeichnung anderer gebrauchen, allein es wird unstatthaft, sobald einem solchen Namen die sinnlose Anschauung zu Grunde gelegt wird, dass »Elektricität« oder »Vitalität« etwas Ganzes wäre, das die Rolle von wirkenden Ursachen der elektrischen oder der Lebenserscheinungen spielte. Eine Masse von lebendem Protoplasma ist weiter nichts, als eine Molekular-Maschine von äusserster Complicirtheit; die Gesammtresultate ihrer Arbeit oder ihre Lebenserscheinungen hängen einerseits von ihrer Construction, andererseits von der verwendeten Kraftmenge ab. Unter Vitalität etwas Anderes verstehen, als einen Namen für eine Reihe von Vorgängen, wäre ungefähr so viel, als wollte man von der »Horologität« einer Uhr sprechen.

Die lebende Materie oder das Protoplasma und die Producte seiner Metamorphose lassen sich aus folgenden vier Gesichtspunkten betrachten:

1. Sie besitzt eine gewisse äussere und innere Form; letztere nennt man gewöhnlich Structur;

2. Sie nimmt eine gewisse Stellung im Raum und in der Zeit ein;

3. Sie ist der Gegenstand der Einwirkung gewisser Kräfte, vermöge deren sie innere Veränderungen erfährt, ausser sich gelegene Gegenstände modificirt und selbst von ihnen modificirt wird;

4. Ihre Form, ihre Stellung und ihre Kräfte sind die Wirkungen gewisser Ursachen.

Diesen vier Gesichtspunkten entsprechend lässt sich die Biologie in vier Hauptunterabtheilungen theilen: 1. Die **Morphologie**; 2. Die **Verbreitung**; 3. Die **Physiologie** und IV. Die **Aetiologie**.

1. Morphologie.

Nach ihrer Form und Structur fallen die lebenden Wesen in das Gebiet der *Anatomie* und *Histologie*; letzteres ist nur ein Ausdruck für die optische Analyse der feinsten Structur, welche nur mit Hülfe des Mikroskops vorgenommen werden kann. Indem aber die Form und Structur eines lebenden Wesens nicht während der ganzen Existenz desselben die gleichen sind, sondern vom Anfang jener Existenz an bis an deren Ende eine Reihe von Veränderungen durchlaufen, besitzen die lebenden Wesen eine *Entwicklung*. Die Entwicklungsgeschichte ist eine Darstellung der Anatomie eines lebenden Wesens in den auf einander folgenden Perioden seiner Existenz, sowie der Art und Weise, wie ein Stadium in das nächste übergeht. Die systematische Darstellung und Verallgemeinerung der Thatsachen der Morphologie in der Weise, dass die lebenden Wesen nach dem Grade der Aehnlichkeit gruppenweise angeordnet werden, endlich heisst *Taxonomie*.

Das Studium der Anatomie und der Entwicklungsgeschichte hat zu gewissen Verallgemeinerungen von weitgehender Gültigkeit und grosser Bedeutung geführt.

1. Es wurde bereits erwähnt, dass die grosse Mehrzahl der lebenden Wesen eine ganz bestimmte Structur besitzt. Schon mit unbewaffnetem Auge und durch gewöhnliche Zerlegung gelingt es, den Körper eines der höheren Thiere oder Pflanzen in Gerüste verschiedener Art zu zerlegen, welche bei demselben Organismus immer wesentlich dieselbe Anordnung zeigen, bei andern Organismen dagegen in anderer Weise zusammengefügt sind. Die Unterscheidung dieser verhältnissmässig wenigen Gerüste oder *Gewebe*, aus denen die Organismen zusammengesetzt sind, war der erste Schritt zu jener weitgehenden Analyse der sichtbaren Structur, welche erst durch die neuere Vervollkommnung der Mikroskope und Präparationsmethoden ermöglicht ist.

Die *Histologie*, welche die Ergebnisse dieser Analyse darzustellen hat, zeigt, dass jedes Gewebe einer Pflanze aus mehr oder minder modificirten Structurelementen zusammengesetzt ist, die man *Zellen* nennt. Eine solche Zelle ist im einfachsten Zustande nichts als ein kugliges Protoplasmaklümpchen mit einer äusseren Hülle oder Scheide — der *Zellhaut* — welche Cellulose enthält. In

den verschiedenen Geweben können diese Zellen zahllose Formveränderungen erfahren: das Protoplasma kann sich differenziren in einen Kern mit einem Kernkörperchen, einen Primordialschlauch, und einen mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllten Hohlraum, und die Zellwand kann ihre Zusammensetzung oder ihre Structur verändern oder mit andern verwachsen. So weit indessen auch diese Veränderungen gehen mögen, immer bleibt die Thatsache klar bestehen, dass die Gewebe aus morphologisch gesonderten Einheiten — den Zellen — aufgebaut sind. Sollte darüber irgend ein Zweifel bestehen können, so würde derselbe durch das Studium der Entwicklungsgeschichte beseitigt werden, welche beweist, dass jede Pflanze ihr Dasein als eine einfache Zelle beginnt, welche ihren Grundcharakteren nach identisch ist mit den weniger modificirten von den Zellen, aus denen der ganze Körper zusammengesetzt ist.

Allein die morphologische Einheit der Pflanze muss nicht nothwendig immer mit einer Zellhaut versehen sein. Manche Pflanzen, wie z. B. *Protococcus*, bringen eine längere oder kürzere Zeit ihres Lebens im Zustande eines blossen Protoplasmaklümpchens ohne alle Cellulosehaut zu, während zu anderen Zeiten der Protoplasmaleib von einer aus seiner oberflächlichen Schicht entstandenen Zellhaut umschlossen wird.

Wie der Kern, der Primordialschlauch und der Zellsaft keine wesentlichen Bestandtheile der morphologischen Einheit der Pflanze sind, so ist also auch die Zellhaut unwesentlich, und der Ausdruck Zelle muss daher entweder einen rein technischen Sinn als gleichbedeutend mit morphologischer Einheit erhalten, oder man muss für die letztere einen neuen Ausdruck schaffen. Im Ganzen wird es wahrscheinlich weniger unbequem sein, den Sinn des Wortes »Zelle« zu modificiren.

Die histologische Analyse der thierischen Gewebe hat zu ähnlichen Resultaten und zu Schwierigkeiten hinsichtlich der Terminologie von genau demselben Charakter geführt. Bei den höheren Thieren gehen jedoch die Umgestaltungen, welche die Zellen erfahren, so weit, dass man die Thatsache, dass die Gewebe wie bei den Pflanzen in ein Aggregat von morphologischen Einheiten sich auflösen lassen, niemals ohne Hülfe der Entwicklungsgeschichte hätte nachweisen können, aus welcher hervorgeht, dass das Thier ebenso gut wie die Pflanze sein Dasein als eine einfache Zelle be-

ginnt, die im Grunde mit den minder modificirten Zellen in den Geweben des erwachsenen Thieres identisch ist.

Der Kern (*nucleus*) kommt den thierischen Zellen sehr allgemein zu, ist indessen nicht überall vorhanden; bei den niedersten Formen des thierischen Lebens kann das Protoplasmaklümpchen, welches die morphologische Einheit darstellt, wie bei den niedersten Pflanzen eines Kernes entbehren. Die Zellhaut hat bei den Thieren niemals den Charakter eines geschlossenen Cellulose-haltenden Sackes, und in vielen Fällen ist es sehr schwer zu sagen, wie viel von der sogenannten »Zellhaut« der thierischen Zelle dem »Primordialschlauch« und wie viel der eigentlichen »Cellulosehaut« der pflanzlichen Zelle entspricht. Allein es ist sicher, dass bei den Thieren wie bei den Pflanzen weder die Zellhaut noch der Kern wesentliche Bestandtheile der Zelle sind, da Körper, welche unzweifelhaft Zellen gleichwerthig sind — wirklich morphologische Einheiten — blosse Protoplasmamassen ohne Zellwand und Kern sind.

Für die gesammte lebende Welt ergiebt sich daraus also, dass die morphologische Einheit — die ursprüngliche und fundamentale Form des Lebens — nichts als eine individualisirte Protoplasmamasse ist, in der man weiter keine Structur erkennen kann; dass selbständige lebende Wesen manchmal nur wenig über diese Structur hinaus gekommen sind, und dass alle höheren Lebewesen Aggregate von solchen mannichfaltig modificirten morphologischen Einheiten oder Zellen sind.

Die bisherigen Erfahrungen drängen uns ferner zu dem Schluss, dass in dem complicirten Aggregat solcher Einheiten, aus dem alle höheren Thiere und Pflanzen bestehen, keine Zelle anders als durch Ablösung von dem Protoplasma einer schon bestehenden Zelle entsteht; daher der Satz: »*Omnis cellula e cellula*«.

Es mag ferner hinzugefügt werden, dass bei den mit einem Kern versehenen Zellen der Kern selten beträchtliche Umbildungen erfährt, vielmehr die charakteristischen Gebilde der Gewebe sich auf Kosten des oberflächlicheren Protoplasmas bilden; dass endlich bei der Theilung von kernhaltigen Zellen in der Regel die Theilung des Kernes der Theilung der ganzen Zelle vorangeht.

2. Im Laufe ihrer Entwicklung geht jede Zelle von einem Zustande aus, in dem sie jeder beliebigen andern Zelle sehr ähnlich sieht, und durchläuft dann eine Reihe von Stadien, die sich vom Ausgangspunkt allmählich mehr und mehr entfernen, bis sie schliess-

lich bei dem Zustande anlangt, wo sie die charakteristischen Merkmale der Elemente eines bestimmten Gewebes zeigt. Die Entwicklung der Zelle ist also ein allmählicher Fortschritt vom Allgemeinen zum Speciellen.

gut!

Dasselbe gilt von der Entwicklung des Körpers als Ganzen. So complicirt auch die höheren Thiere und Pflanzen sein mögen, sie beginnen ihre Sonderexistenz in der Gestalt einer kernhaltigen Zelle. Diese verwandelt sich durch Theilung in einen Haufen von kernhaltigen Zellen: aus den Theilen dieses Haufens gehen nach verschiedenen Wachsthums- und Vermehrungsgesetzen die Anlagen der Organe hervor, und die Theile dieser Anlagen wachsen, vermehren und verwandeln sich wiederum in der Weise, wie es nöthig ist, um die Anlage in das fertige Organ umzuwandeln.

Die Entwicklung des ganzen Organismus wiederholt also im Princip die Entwicklung der Zelle. Sie ist ein Fortschritt von einer allgemeinen zu einer speciellen Form, der bedingt ist durch die allmähliche Differenzirung der ursprünglich ähnlichen morphologischen Einheiten, aus denen der Körper besteht.

Vergleicht man die Entwicklungsstadien zweier Thiere, so findet man die Zahl der Stadien, welche einander ähnlich sind, in der Regel um so grösser, je ähnlicher einander die ausgebildeten Formen sind; daraus folgt, dass, je näher zwei Thiere in ihrer fertigen Gestalt einander verwandt sind, desto später ihre embryonalen Zustände unterschieden werden können. Diese Regel gilt für Pflanzen ebensowohl wie für Thiere.

Das Princip, dass die Form, von der die complicirteren lebenden Wesen bei ihrer Entwicklung ausgehen, immer dieselbe sei, wurde zuerst ausgesprochen von Harvey in seinem berühmten Satze: »*Omne vivum ex ovo*«; derselbe sollte blos eine morphologische Verallgemeinerung sein und keineswegs eine Verwerfung der Urzeugungslehre enthalten, wie man gewöhnlich annimmt. Studien über die Entwicklungsgeschichte des Hühnchens brachten dann Harvey dahin, die Theorie der »Epigenesis« aufzustellen, in welcher implicite die Lehre enthalten ist, dass die Entwicklung ein Fortschritt vom Allgemeinen zum Speciellen ist.

Caspar Friedrich Wolff lieferte alsdann einen weiteren und in der That schlagenden Beweis für die Richtigkeit der Epigenesis-Theorie; allein leider führten die Autorität Haller's und die Speculationen Bonnet's die Wissenschaft vom richtigen Wege ab, und

von Baer blieb es vorbehalten, das Wesen des Entwicklungsvorganges in das richtige Licht zu setzen und es in seinem berühmten Gesetze zu formuliren.

3. Die Entwicklung ist also ein Differenzirungsvorgang, in Folge dessen die ursprünglich ähnlichen Theile des lebenden Körpers einander mehr und mehr ungleich werden.

Diese Differenzirung kann auf verschiedene Weise vor sich gehen.

(1.) Das Protoplasma des Keimes unterliegt keiner Theilung und Verwandlung in einen Zellenhaufen, sondern einzelne Theile seiner äusseren und inneren Substanz wandeln sich direct in die physikalisch und chemisch verschiedenen Bestandtheile um, welche den Körper des fertigen Organismus bilden. Dies kommt unter den Thieren bei den *Infusorien*, unter den Pflanzen bei den einzelligen *Algen* und *Pilzen* vor.

(2.) Der Keim unterliegt der Theilung und verwandelt sich in einen Haufen von Theilstücken oder *Blastomeren*, welche zu Zellen werden und durch Umwandlungen derselben Art, die beim vorigen Falle der ganze Körper durchmacht, die Gewebe aus sich hervorgehen lassen.

Der auf die eine oder die andere Weise entstandene Körper kann als Ganzes durch Differenzirung seiner Theile Umwandlungen erfahren; diese Differenzirung findet entweder mit Rücksicht auf eine Symmetrieachse statt oder geschieht ohne Rücksicht darauf. Im ersteren Falle entsprechen die Körpertheile, welche unterscheidbar werden, einander entweder zu beiden Seiten der Achse (bilaterale Symmetrie) oder nach verschiedenen Linien parallel der Achse (radiäre Symmetrie).

Die bilaterale oder radiäre Symmetrie des Körpers kann ferner complicirt werden durch Segmentirung desselben oder Bildung von Abtheilungen quer zur Achse, deren jede mit dem vorhergehenden oder nachfolgenden Gliede in der Reihe übereinstimmt.

Bei einem segmentirten Körper können an den Segmenten symmetrisch oder unsymmetrisch angeordnete Fortsätze auftreten, *Anhänge*, im allgemeinsten Sinne des Wortes.

Die höchste Complication der Bildung erlangt sowohl bei Thieren wie bei Pflanzen der Körper dann, wenn er in Segmente mit Anhängen zerfällt, wenn die Segmente sich nicht nur unter einander verschieden entwickeln, sondern theilweise verwachsen und ihre ursprüngliche Deutlichkeit einbüssen, und wenn schliesslich die

Anhänge und die Segmente, in welche diese wiederum getheilt sind, sich in ähnlicher Weise differenziren und verwachsen.

Durch solche Vorgänge entstehen die ausserordentlich mannichfaltigen und complicirten Bildungen, welche wir bei den Blumen der Pflanzen und an den Köpfen und Gliedmassen der Arthropoden und Vertebraten unter den Thieren finden. Eine Blüthenknospe ist ein segmentirter Körper oder eine Achse mit einer Anzahl wirtelförmig angeordneter Anhänge, und die fertige Blume ist das Ergebniss der allmählichen Differenzirung und Verschmelzung dieser ursprünglich ähnlichen Segmente und ihrer Anhänge. In ähnlicher Weise besteht der Kopf eines Insects oder eines Krebses aus einer Anzahl von Segmenten mit je einem Paar von Anhängen, die durch Differenzirung und Verschmelzung in die Fühler und mannichfaltig modificirten Mundanhänge des erwachsenen Thieres umgewandelt werden.

Bei einigen complicirten Organismen lässt sich der Differenzirungsvorgang, durch den sie vom Zustande eines Haufens von Embryonalzellen zur fertigen Form fortschreiten, auf die Entwicklungsgesetze der zwei oder mehr Zellen zurückführen, in welche sich die Embryonalzelle theilt, indem nämlich aus jeder dieser Zellen ein bestimmter Theil des ausgebildeten Organismus hervorgeht. So theilt sich die befruchtete Embryonalzelle im Archegonium eines Farnes in vier Zellen; aus einer entsteht das Rhizom des jungen Farns, aus einer andern die erste Wurzel, während die beiden andern sich in eine placentaähnliche Masse umwandeln, welche im Prothallium liegen bleibt.

Die Structur des Stammes von *Chara* hängt von verschiedenen Eigenschaften der Zellen ab, welche nach und nach durch Quertheilung aus der Scheitelzelle entstehen. Auf eine *Internodialzelle*, welche sich stark in die Länge streckt und ungetheilt bleibt, folgt eine *Blattknotenzelle*, welche sich nur wenig streckt, dagegen vielfach theilt, darauf eine andere Internodialzelle und so fort regelmässig abwechselnd. In derselben Weise hängt die Structur des Stammes bei allen höheren Pflanzen von den Gesetzen ab, welche die Theilung und Umwandlung der Scheitelzellen und ihre Fortsetzung in die Cambiumschicht beherrschen.

Bei allen Thieren, welche aus Zellaggregaten bestehen, ordnen sich die Zellen, aus denen der Embryo anfangs zusammengesetzt ist, durch Spaltung oder durch Einstülpung des Blastoderms in zwei

Schichten, das *Epiblast* und das *Hypoblast*, zwischen denen eine dritte mittlere Schicht, das *Mesoblast*, auftritt. Aus jeder dieser Schichten geht eine bestimmte Gruppe von Organen des erwachsenen Thieres hervor. So liefert bei den Wirbelthieren das Epiblast die Cerebrospinalachse und die Epidermis mit ihren Derivaten, das Hypoblast das Epithel des Darmcanals und dessen Abkömmlinge, und das Mesoblast die dazwischen gelegenen Organe. Die neueren Forschungen scheinen zu beweisen, dass aus den verschiedenen Keimschichten sich auch bei Wirbellosen analoge Organe entwickeln, und lassen es möglich erscheinen, die verschiedenen Keimschichten auf die Theilstücke des Dotters zurückzuführen, aus deren Theilung sie hervorgehen.

Es wäre denkbar, dass alle lebenden Wesen etwa dieselbe Differenzirung besässen und sich von einander nur durch oberflächliche Charaktere unterschieden, so zwar, dass jedes unmerklich in das ihm ähnlichste überginge. In diesem Falle würde sich die Taxonomie oder die Classificirung der Thatsachen der Morphologie zu beschränken haben auf die Bildung einer Reihe, welche die allmählichen stufenweisen Uebergänge dieser Formen in der Natur darstellte. Es wäre ferner denkbar, dass die lebenden Wesen so weit von einander verschieden gewesen wären, wie sie dies gegenwärtig sind, dass indessen die Lücken zwischen je zwei extremen Formen durch eine ununterbrochene Reihe von Uebergängen ausgefüllt worden; auch in diesem Falle könnte die Classification nur die Bildung von Reihen zur Folge haben — die genauere Begrenzung von Gruppen würde ebenso unmöglich sein wie im ersten Fall.

Thatsächlich unterscheiden sich nun die lebenden Wesen ungeheuer von einander; nicht nur hinsichtlich des Differenzirungsgrades ihrer Organe, sondern auch in der Art und Weise, wie diese Differenzirung zu Stande kommt, und die Lücken zwischen extremen Formen werden in der Wirklichkeit nicht durch vollständige Uebergangsreihen ausgefüllt. Daraus geht hervor, dass für die lebenden Wesen in hohem Maasse eine Classification in Gruppen möglich ist, deren Glieder einander ähnlich sind und sich von allen übrigen durch gewisse bestimmte Eigenthümlichkeiten unterscheiden.

Nicht zwei lebende Wesen sind genau gleich; allein es ist Thatsache der Beobachtung, dass trotz der endlosen Mannichfaltigkeit der lebenden Wesen einige beständig einander so sehr gleichen, dass es unmöglich ist, eine Grenzlinie zwischen ihnen zu ziehen,

während sie von einander nur in solchen Charakteren verschieden sind, welche mit dem Geschlecht zusammenhängen. Diejenigen, welche so einander sehr ähnlich sind, bilden eine *morphologische Art*; verschiedene morphologische Arten werden nach constanten, nicht blos geschlechtlichen Charakteren unterschieden.

Die Vergleichung dieser niedrigsten Gruppen oder morphologischen Arten mit einander lehrt, dass eine grössere oder geringere Zahl von ihnen ein oder mehrere Merkmale gemein haben, gewisse Eigenschaften, in denen sie einander gleichen und sich von allen andern Arten unterscheiden: die sich daraus ergebende Gruppe höherer Ordnung ist eine *Gattung (genus)*. Die so gebildeten Gattungsgruppen kann man in ähnlicher Weise in Gruppen von immer höherer Ordnung an einander fügen, die als *Familien*, *Ordnungen*, *Classen* u. dergl. bekannt sind.

Die bei der Classification lebender Wesen beobachtete Methode ist in der That ganz dieselbe, welche man bei Herstellung eines Inhaltsverzeichnisses eines Buches befolgt. Bei einer alphabetischen Anordnung kann man die Classification recht gut eine morphologische nennen, insofern man die Aufgabe hat, diejenigen Wörter, welche einander hinsichtlich der Anordnung ihrer Buchstaben, d. h. in ihrer Form, gleichen, neben einander setzt und diejenigen, welche anders beschaffen sind, abscheidet. Ueberschriften, welche mit demselben Wort beginnen, aber in anderer Hinsicht abweichen, könnte man Gattungen mit ihren Arten vergleichen, die Gruppen von Wörtern mit zwei gleichen ersten Silben Familien, solche mit gleichen ersten Silben Ordnungen und solche mit gleichen Anfangsbuchstaben Classen. Allein zwischen einem Index und der taxonomischen Anordnung lebender Wesen besteht der Unterschied, dass in dem ersteren nur eine willkürliche Beziehung zwischen den Classen existirt, während bei der letzteren die Classen in ähnlicher Weise zu grösseren und immer grösseren Gruppen zusammengefügt werden können, bis schliesslich alle unter dem gemeinsamen Begriff des lebenden Wesens zusammengefasst werden.

Der Unterschied zwischen künstlicher und natürlicher Classification ist nur ein quantitativer, kein qualitativer. In beiden Fällen beruht die Classification auf der Aehnlichkeit; allein bei der künstlichen Classification nimmt man irgend ein hervorragendes oder leicht zu beobachtendes Merkmal als Zeichen der Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit an, während man in einem natürlichen System

die Gegenstände nach der Gesammtheit ihrer morphologischen Aehnlichkeiten classificirt, und die als Gruppenmerkmale angenommenen Charactere solche sind, mit denen, wie man durch Beobachtung weiss, viele andere Aehnlichkeiten oder Unähnlichkeiten Hand in Hand gehen. Ein natürliches System ist also erheblich mehr als ein blosses Inhaltsverzeichniss. Es ist eine Aufführung derjenigen Punkte, in denen eine Aehnlichkeit der Organisation besteht, derjenigen Bauverhältnisse, welche der Erfahrung nach durchgehends mit einander verbunden sind, und als solche liefert es die gesammte Grundlage für die Betrachtungen, nach denen wir aus einem Theile eines Thieres Schlüsse auf sein gesammtes Wesen ziehen.

Wenn ein Paläontologe aus den Eigenschaften eines Knochens oder einer Schale die Beschaffenheit des Thieres erschliesst, dem dieser Knochen oder diese Schale angehört hat, so thut er Das an der Hand der empirischen, durch umfassende Beobachtungen ermittelten Gesetze der Morphologie, wonach ein Knochen oder eine Schale von bestimmter Art immer mit bestimmten Bauverhältnissen im übrigen Körper und nie mit andern verbunden ist. Diese empirischen Gesetze gelangen in einem natürlichen System zur Verkörperung und zum Ausdruck.

2. Verbreitung.

Die lebenden Wesen nehmen gewisse Theile der Erdoberfläche ein, leben entweder auf dem trockenen Lande oder im süssen oder salzigen Wasser, oder sind im Stande, in beiden Medien zu existiren. An allen Orten findet man diese verschiedenen Medien von verschiedenen Arten lebender Wesen bewohnt, und dasselbe Medium hat auch in verschiedenen Höhen in der Luft und in verschiedenen Tiefen im Wasser verschiedene Bewohner.

Ferner bieten die Bevölkerungen von Orten, welche eine beträchtlich andere geographische Breite und folglich auch ein anderes Klima haben, immer beträchtliche Verschiedenheiten dar. Dagegen trifft das umgekehrte Verhältniss nicht zu, d. h. Orte von verschiedener geographischer Länge haben, selbst wenn sie sehr ähnliches Klima besitzen, oft sehr unähnliche Faunen und Floren.

Sorgfältige Vergleichung der localen Faunen und Floren hat gelehrt, dass gewisse Gebiete der Erdoberfläche von Thier- und Pflanzengruppen bewohnt sind, welche man sonst nirgends findet,

welche also charakteristisch für diese Gebiete sind. Solche Gebiete nennt man *Verbreitungsbezirke* oder *geographische Provinzen.* Es besteht keine Uebereinstimmung zwischen diesen Bezirken, weder in Bezug auf ihre Ausdehnung noch hinsichtlich der Gestaltung ihrer Grenzen, und betrachtet man nur die augenblicklich bestehenden Verhältnisse, so erscheint nichts willkürlicher und regelloser als die Verbreitung der lebenden Wesen.

Das Studium der Verbreitung beschränkt sich aber nicht auf den gegenwärtigen Stand der Dinge, sondern mit Hülfe der Geologie ist der Naturforscher im Stande, sich ein klares, wenn auch nur fragmentarisches Bild von den Eigenschaften der Faunen und Floren früherer Epochen zu bilden. Aus den Ueberresten von Organismen, welche sich in den Sedimentärgesteinen finden, geht hervor, dass an allen Theilen der Erdoberfläche in früheren Epochen die Bevölkerung eine andere war als die, welche jetzt an denselben Orten besteht, und dass im Ganzen, je weiter wir in der Zeit zurückgehen, desto grösser die Unterschiede werden. Die organischen Ueberreste, die man in den jüngeren känozoischen Ablagerungen irgend eines Gebietes findet, sind immer nahe mit denjenigen verwandt, welche man jetzt in dem Verbreitungsbezirke findet, zu dem der betreffende Fundort gehört, während in den älteren känozoischen, den mesozoischen und den paläozoischen Schichten die Versteinerungen entweder Aehnlichkeit besitzen mit Geschöpfen, welche jetzt in einem andern Bezirke leben, oder gänzlich von allen jetzt existirenden abweichen.

An jedem einzelnen Orte kann die Reihenfolge der Organismen durch zahlreiche Lücken unterbrochen erscheinen — die in einer Schicht neben einander liegenden Arten können ganz verschieden sein von denen, welche über und welche unter ihnen liegen. Allein die Tendenz der paläontologischen Forschung geht dahin, zu zeigen, dass diese Lücken nur scheinbar bestehen und von der Unvollständigkeit der Reihen von Ueberresten herrühren, welche zufällig an dem betreffenden Orte erhalten geblieben sind. Je mehr sich das von genauen geologischen Forschungen in Angriff genommene Gebiet erweitert, und je mehr die an einem Orte gefundenen Versteinerungen die an einem andern gebliebenen Lücken ausfüllen, um so mehr verschwinden die scharfen Grenzen zwischen den Faunen und Floren auf einander folgender Epochen — indem man findet, dass eine gewisse Anzahl der Gattungen und selbst der Arten einer jeden,

grossen oder kleinen, Periode sich längere oder kürzere Zeit in die nächstfolgende Periode hinein verfolgen lassen. Es ist in der That klar, dass die Veränderungen in der Bevölkerung des Erdballs, welche im Laufe seiner Geschichte stattgefunden haben, nicht dadurch erfolgt sind, dass plötzlich an die Stelle einer Gruppe von lebenden Wesen andere getreten sind, sondern durch langsame und allmähliche Einführung neuer Arten unter gleichzeitigem Aussterben der älteren Formen.

Es ist ein bemerkenswerther Umstand, dass in allen Theilen der Erde, wo man bisher Versteinerungen führende Schichten untersucht hat, die successiven Glieder der Reihen lebender Wesen, welche so auf einander gefolgt sind, analog sind. Das Leben des mesozoischen Zeitalters ist überall durch die Häufigkeit gewisser Gruppen von Arten charakterisirt, von denen man in älteren oder jüngeren Formationen nirgends eine Spur findet; und dasselbe gilt von der paläozoischen Zeit. Daraus folgt, dass nicht nur successive neue Arten aufgetreten sind, sondern dass im Allgemeinen auch die Reihenfolge des Auftretens auf der ganzen Erde dieselbe gewesen ist; aus diesem Grunde sind die Versteinerungen für den Geologen so wesentliche Merkmale zur Bestimmung des relativen Alters der Gesteine.

Die Ermittlung der morphologischen Beziehungen der Arten, welche in dieser Weise auf einander gefolgt sind, ist eine äusserst wichtige und schwierige Aufgabe, deren Lösung indessen schon klar angedeutet ist; denn in einigen Fällen ist es möglich, zu zeigen, dass auf einem und demselben geographischen Gebiete eine Form *A*, welche während einer gewissen geologischen Periode bestanden hat, in einer späteren durch eine andere Form *B*, und dass *B* wieder noch später durch eine dritte Form *C* ersetzt worden ist. Vergleicht man diese Formen *A*, *B* und *C* mit einander, so findet man sie nach demselben Plane organisirt, und selbst in den meisten Einzelheiten ihres Baues sehr ähnlich gebildet, allein *B* unterscheidet sich von *A* durch eine geringe Veränderung eines seiner Theile, und diese Veränderung ist bei *C* in noch höherem Maasse erfolgt. *A*, *B* und *C* unterscheiden sich mit anderen Worten in derselben Weise, wie die früheren und die späteren Embryonalstadien eines und desselben Thieres, und in den auf einander folgenden Epochen bietet die Gruppe dasselbe Fortschreiten zum Speciellen dar, das für die Entwicklung des Individuums charakteristisch ist. Den bestimmten

Beweis, dass diese fortschreitende Specialisirung des Baues thatsächlich stattgefunden hat, besitzen wir nur in wenigen Fällen (z. B. für die *Equiden* und *Crocodiliden*), und diese beschränken sich auf die höchsten und complicirtesten Formen. Der Fortschritt muss ein selbst nach geologischer Zeitrechnung äusserst langsamer gewesen sein.

Für die niederen und minder complicirten Formen ist der Beweis für die fortschreitende Umbildung durch Vergleichung der ältesten mit den jüngsten Formen nur unvollkommen oder gar nicht erbracht; einige haben sogar sicher mit sehr geringen Veränderungen von uralten Zeiten bis auf den heutigen Tag fortbestanden. Es ist ebenso wichtig, die Thatsache anzuerkennen, dass gewisse Formen sich in dieser Weise erhalten haben, wie es wichtig ist, zuzugeben, dass andere fortschreitende Umbildungen erfahren haben.

Es wurde bereits erwähnt, dass die successiven Glieder in der Reihenfolge der lebenden Wesen in allen Theilen der Erde analog sind, allein die Arten, welche die einander entsprechenden oder homotaxen Glieder in der Reihe bilden, sind an verschiedenen Orten nicht identisch. Obwohl die Unvollkommenheit unserer Kenntnisse uns augenblicklich nicht gestattet, uns positiv auszudrücken, so ist doch Grund vorhanden, anzunehmen, dass in der ganzen Zeit, aus der uns organische Ueberreste Zeugniss von der Existenz des Lebens geben, geographische Provinzen bestanden haben. Die weite Verbreitung gewisser paläozoischer Formen widerstreitet dieser Ansicht nicht, denn neuere Forschungen über die Beschaffenheit der Tiefsee-Fauna haben uns gezeigt, dass zahlreiche Crustaceen, Echinodermen und andere wirbellose Thiere jetzt eine eben so weite Verbreitung besitzen, wie die ihnen entsprechenden Formen im Silur.

3. Physiologie.

Bis hierhin, so lange wir die lebenden Wesen blos als bestimmte Formen der Materie betrachtet haben, hat die Biologie keine Anschauungsweisen anderer Art aufzuweisen gehabt, als sie auch der Mineralogie eigen sind. Allein lebende Wesen sind nicht blos Naturkörper mit einer bestimmten Form, Bau, Wachsthum und Entwicklung. Es sind thätige Maschinen, und aus diesem Gesichtspunkte haben die Erscheinungen, welche sie uns darbieten, im Mineralreich nicht ihres Gleichen.

Die Thätigkeiten der lebenden Materie hat man ihre *Functionen* genannt; diese lassen sich bei aller ihrer Mannichfaltigkeit unter drei Kategorien bringen. Es sind entweder 1) Functionen, welche die materielle Zusammensetzung des Körpers beeinflussen und seine Masse bestimmen, welche die Bilanz des Stoffverbrauches einerseits und der Aufnahme andererseits darstellt. Oder 2) es sind Functionen, welche dem Fortpflanzungs-Vorgange dienen, der wesentlich auf der Loslösung eines mit der Fähigkeit der Entwicklung zu einem selbständigen Ganzen begabten Theiles beruht. Oder 3) es sind Functionen, mittels deren ein Theil des Körpers im Stande ist, einen directen Einfluss auf einen anderen zu üben, und der Körper durch seine Theile oder als Ganzes eine Quelle der Massenbewegung wird. Die ersten kann man *sustentative*, die zweiten *generative*, die dritten *correlative* Functionen nennen.

Von diesen drei Classen von Functionen sind nur die ersten zwei ausnahmslos allen lebenden Wesen eigen: alle ernähren sich, wachsen und vermehren sich. Allein es giebt gewisse Lebewesen, wie z. B. viele Pilze, welche nicht die Fähigkeit besitzen, ihre Form zu verändern, in denen das Protoplasma keine Bewegungen vollführt und auf keinen Reiz reagirt, und in denen jeder Einfluss, den die verschiedenen Theile des Körpers auf einander ausüben, indirect von einem Molekül der Gesammtmasse zum andern übertragen werden muss. Bei den meisten von den niedersten Pflanzen jedoch und bei allen bis jetzt bekannten Thieren verändert der Körper entweder zeitweilig oder beständig seine Form entweder auf einen besondern Reiz oder ohne solchen und verändert dadurch die Beziehung seiner Theile zu einander und des Ganzen zu den umgebenden Körpern, während bei allen höheren Thieren die verschiedenen Theile des Körpers mittels eines besondern als *Nerven* bezeichneten Gewebes auf einander einwirken. Massenbewegung erfolgt in ausgiebigem Maasse mittels eines andern besondern Gewebes, der *Muskeln*; während die Beziehung des Organismus zu den umgebenden Körpern durch eine dritte Gewebsart — die der *Sinnesorgane* — vermittelt wird, durch welche die von den umgebenden Körpern ausgeübten Kräfte in Nervenreize umgewandelt werden.

Bei den niedersten Wesen findet man die aufgezählten Functionen in ihrer einfachsten Form und ohne oder doch fast ohne Unterschied von allen Theilen des Protoplasmakörpers ausgeführt; dasselbe gilt von den Functionen des Körpers selbst der höchsten Organismen,

so lange sie sich im Zustande einer kernhaltigen Zelle befinden, die den Ausgangspunkt ihrer Entwicklung bildet. Allein der erste Vorgang bei dieser Entwicklung ist die Theilung des Keimes in eine Anzahl morphologischer Einheiten oder Blastomeren, aus denen schliesslich Zellen hervorgehen, und da jede von diesen dieselben physiologischen Functionen besitzt wie der Keim selbst, so ist jede morphologische Einheit auch eine physiologische Einheit, und die vielzellige Masse ist eigentlich ein zusammengesetzter Organismus, der aus einer Menge physiologisch selbständiger Zellen aufgebaut ist. Die von dem complicirten Ganzen an den Tag gelegten physiologischen Thätigkeiten stellen die Summe oder vielmehr die Resultante der einzelnen und selbständigen physiologischen Thätigkeiten dar, die in jedem der einfacheren Bestandtheile jenes Ganzen ihren Sitz haben.

Die morphologischen Veränderungen, welche die Zellen im weiteren Verlaufe der Entwicklung des Organismus durchlaufen, beeinträchtigen ihre Individualität nicht, und trotz der Umbildungen und Verschmelzungen der Zellen ist der ausgebildete Organismus, mag er noch so complicirt sein, ein Aggregat morphologischer Einheiten. Nicht minder ist er ein Aggregat physiologischer Einheiten, deren jede ihre fundamentale Selbständigkeit bewahrt, wenn dieselbe auch in verschiedener Weise beschränkt wird.

Jede Zelle oder jedes Gewebselement, das aus der Umbildung einer Zelle hervorgeht, muss nothwendig seine sustentativen Functionen beibehalten, so lange es wächst oder einen Gleichgewichtszustand aufrecht erhält; aber die am vollkommensten metamorphosirten Zellen zeigen keine Spur von generativen Functionen und manche auch keine correlativen. Dagegen besitzen die Zellen des erwachsenen Organismus, welche die nicht metamorphosirten Abkömmlinge des Keimes sind, alle primitiven Functionen, ernähren sich nicht nur und wachsen, sondern vermehren sich und vollführen häufig mehr oder minder ausgiebige Bewegungen.

Organe sind solche Theile des Körpers, welche besonderen Functionen vorstehen. Genau genommen ist es vielleicht nicht richtig, von Organen der Selbsterhaltung oder der Fortpflanzung zu sprechen, da jede dieser Functionen nothwendig von der morphologischen Einheit ausgeübt wird, welche ernährt oder fortgepflanzt wird. Was man die Organe dieser Functionen nennt, sind die Ap-

parate, mittels deren gewisse mit der Erhaltung und der Fortpflanzung einhergehende Vorgänge zur Ausführung gelangen.

Was z. B. die sustentativen Functionen betrifft, so könnte man sagen, alle diejenigen Organe trügen zu diesen Functionen bei, welche dabei betheiligt sind, die Nahrung in das Bereich der schliesslich wirksamen Zellen zu bringen oder die verbrauchten Stoffe von dort wegzuschaffen, während in dem Falle der generativen Function alle diejenigen Organe zur Function beitragen, welche die Zellen erzeugen, aus denen die Keime hervorgehen, oder bei der Ausstossung, Befruchtung und Entwicklung dieser Keime mitwirken.

Andererseits haben die correlativen Functionen, so lange sie von einer einfachen, nicht differenzirten morphologischen Einheit oder Zelle ausgeführt werden, den einfachsten Charakter; sie bestehen aus solchen Lagenänderungen, welche durch blosse Veränderungen in der Form oder Anordnung der Theile des Protoplasmas oder jener Fortsätze des Protoplasmas, die man Pseudopodien oder Wimpern (Cilien) nennt, zu Stande kommen. Bei den höheren Thieren und Pflanzen aber erfolgen die Bewegungen des Organismus und seiner Theile durch Veränderung der Form bestimmter Gewebe, welche die Eigenschaft besitzen, sich auf gewisse Reize in einer Richtung zu verkürzen. Solche Gewebe nennt man *contractil* und in ihrem höchsten Entwicklungszustande *musculös*. Der Reiz, auf den diese Zusammenziehung erfolgt, ist eine Molecularveränderung entweder in der Substanz des contractilen Gewebes selbst oder in einem andern Theile des Körpers; in dem letzteren Falle muss die in jenem Theile des Körpers angeregte Bewegung durch die dazwischen liegende Substanz des Körpers bis zu dem contractilen Gewebe fortgepflanzt werden. Bei Pflanzen scheint es keine Frage zu sein, dass Theile, welche eine kaum modificirte zellige Structur besitzen, als Bahnen für die Fortleitung dieser Molecularbewegungen dienen können; ob dasselbe auch von Thieren gilt, ist zweifelhaft. Bei den complicirteren Thieren dient jedenfalls ein eigenthümliches faseriges Gewebe — *Nerven* — zur Uebertragung der an einem andern Orte stattfindenden Veränderungen an das contractile Gewebe und zur Herstellung der Coordination und harmonischen Combination unter den so hervorgerufenen Contractionen. Während die sustentativen Functionen bei den höheren Lebensformen noch wie bei den niederen im Grunde von den allen physiologischen Einheit welche den Körper zusammensetzen, innewohnenden Kräften

hängen, sind die correlativen Functionen bei den Ersteren zwei Gruppen von besonders modificirten Einheiten zugewiesen, welche das Muskel- und das Nervengewebe bilden.

Vergleicht man die verschiedenen Formen lebender Wesen unter einander als physiologische Maschinen, so findet man, dass sie sich eben so unterscheiden wie die von Menschen gebauten Maschinen. Bei den niederen Formen ist der Mechanismus zwar der Arbeit, für die er berechnet ist, vollkommen angepasst, allein er ist grob, einfach und schwach, während er bei den höheren fein ausgebildet, complicirt und mächtig ist. Als Maschinen betrachtet unterscheiden sich ein Polyp und ein Pferd ähnlich wie ein Spinnrocken und eine Spinnmaschine. Bei dem Fortschritt von dem niedern zum höhern Organismus findet auch eine allmähliche Differenzirung der Organe und Functionen statt. Jede Function zerfällt in viele Theile, denen bisweilen gesonderte Organe vorstehen. Nach dem bezeichnenden Ausdruck von Milne-Edwards findet mit dem Fortschreiten von niederen zu höheren Organismen eine Theilung der physiologischen Arbeit statt. Genau derselbe Vorgang lässt sich bei der Entwicklung eines jeden höhern Organismus beobachten, und so ist die Entwicklung in physiologischer sowohl wie in morphologischer Hinsicht ein Fortschritt vom Allgemeinen zum Speciellen.

Bis dahin haben wir die physiologischen Thätigkeiten der lebenden Materie nur an sich betrachtet und ohne Rücksicht auf etwaige Einflüsse aus der Aussenwelt. Allein die lebende Materie wirkt auf die sie umgebenden Körper ein und erfährt wiederum selbst von diesen eine mächtige Einwirkung, und das Studium des Einflusses dieser »Lebensbedingungen« ist ein sehr wichtiger Theil der Physiologie.

Die sustentativen Functionen können z. B. nur ausgeübt werden unter bestimmten Verhältnissen der Temperatur, des Druckes und des Lichtes, in bestimmten Medien, und wenn besondere Arten von Nährstoffen vorhanden sind, und die hinlängliche Befriedigung dieser Bedürfnisse hängt wiederum wesentlich ab von der Concurrenz anderer Organismen, welche die gleichen Bedürfnisse zu befriedigen streben, und so entsteht der passive »Kampf ums Dasein«. Die Ausübung der correlativen Functionen wird durch ähnliche Verhältnisse beeinflusst und durch den direkten Conflict mit andern Organismen, der den activen »Kampf ums Dasein« bildet, und schliess-

lich sind die generativen Functionen ausgedehnten Modificationen unterworfen, welche zum Theil von dem abhängen, was man gemeiniglich äussere Umstände nennt, zum Theil von gänzlich unbekannten Ursachen.

Bei den niedersten Lebensformen ist die einzige bis jetzt bekannte Fortpflanzungsweise die Theilung des Körpers in zwei oder mehr Theile, von denen jeder wächst, bis er die Grösse und die Gestalt seines Urhebers erreicht und schliesslich denselben Vermehrungsvorgang wiederholt. Diese Vermehrungsweise durch *Theilung* heisst im eigentlichen Sinne Generation, weil die abgelösten Theile jeder für sich mitwirken an der Erzeugung individueller Organismen von derselben Natur, wie dasjenige, aus dem sie entstanden sind.

Bei manchen der niedersten Organismen wird dieser Vorgang so modificirt, dass das Stammwesen nicht in zwei gleiche Theile zerfällt, sondern nur ein kleiner Theil seiner Substanz sich ablöst als Knospe, welche sich ähnlich wie das Stammwesen entwickelt. Das nennt man Fortpflanzung durch *Knospung.* Fortpflanzung durch Theilung und Knospung sind übrigens nicht auf die einfachsten Lebensformen beschränkt, im Gegentheil kommen beide Vermehrungsweisen nicht nur häufig bei Pflanzen vor, sondern auch bei Thieren von beträchtlich complicirtem Bau.

Die Vermehrung gewisser Blüthenpflanzen durch Knollen, die der Ringelwürmer durch Theilung und die der Polypen durch Knospung sind bekannte Beispiele dieser Vermehrungsweise. In allen diesen Fällen besteht die Knospe oder das Segment aus einer Menge mehr oder minder metamorphosirter Zellen. In andern Fällen bildet dagegen eine einzige Zelle, die sich von einer Masse solcher im elterlichen Organismus enthaltenen, nicht differenzirten Zellen loslöst, die Grundlage des neuen Organismus, und es ist dann schwierig, zu sagen, ob solch eine losgelöste Zelle eigentlich eine Knospe oder ein Segment ist — ob der Vorgang mehr der Theilung oder der Knospung verwandt ist.

In allen diesen Fällen findet die Entwicklung des neuen Wesens aus dem losgelösten Keime ohne den Einfluss anderer lebender Materie statt. Dieser Vorgang ist bei den Pflanzen und bei den niederen Thieren gewöhnlich, wird aber bei den höheren Thieren sehr selten. Bei diesen hört die Erzeugung des ganzen Organismus aus einem Theil in der oben geschilderten Weise auf. Höchstens finden wir noch, dass die Zellen am Ende eines amputirten Theiles des Or-

ganismus im Stande sind, den verlorenen Theil wieder zu bilden. Bei den höchsten Thieren verschwindet im ausgebildeten Zustande auch diese Fähigkeit, und in den meisten Körpertheilen entstehen, obwohl die nicht differenzirten Zellen der Vermehrung fähig sind, aus ihren Abkömmlingen nicht etwa ganze Organismen, ähnlich denjenigen, von denen sie einen Theil bilden, sondern Elemente der Gewebe.

In der ganzen Reihe der lebenden Wesen finden wir jedoch neben der *Agamogenesis* oder der ungeschlechtlichen Vermehrung eine andere Vermehrungsweise, bei der die Entwicklung des Keimes zu einem dem Stammwesen gleichenden Organismus abhängt von dem Einfluss einer andern, ausserhalb des Keimes gelegenen lebenden Materie. Dies ist die *Gamogenesis* oder die geschlechtliche Fortpflanzung. Im grossen Ganzen, wenn man von den vielen Ausnahmen im Einzelnen absieht, kann man sagen, dass ein umgekehrtes Verhältniss zwischen agamogenetischer und gamogenetischer Fortpflanzung besteht. Bei den niedersten Organismen hat man bisher keine Gamogenesis beobachtet, während bei den höchsten die Agamogenesis fehlt. Bei vielen von den niedersten Lebewesen ist die Agamogenesis die gewöhnliche und vorherrschende Vermehrungsweise, während Gamogenesis nur ausnahmsweise vorkommt; dagegen bildet bei vielen der höheren Organismen Gamogenesis die Regel und Agamogenesis die Ausnahme.

In der einfachsten Form, welche man »*Conjugation*« nennt, besteht die geschlechtliche Fortpflanzung in der Verschmelzung von zwei ähnlichen Protoplasmamassen, welche von verschiedenen Theilen desselben Organismus oder von zwei Organismen derselben Art herrühren; die aus der Verschmelzung hervorgehende einfache Masse entwickelt sich zu einem neuen Organismus.

In der Mehrzahl der Fälle besteht jedoch eine ausgeprägte morphologische Verschiedenheit zwischen den beiden bei dem Vorgange betheiligten Factoren, und dann nennt man den einen das *männliche*, den andern das *weibliche* Element. Das weibliche Element ist verhältnissmässig gross und erfährt nur geringe Formveränderungen. Bei allen höheren Thieren und Pflanzen ist es eine kernhaltige Zelle, zu der eine grössere oder geringere Menge von Ernährungsmaterial, ein *Nahrungsdotter*, hinzukommen kann.

Das männliche Element andererseits ist verhältnissmässig klein. Die Uebertragung auf das weibliche Element kann durch einen Aus-

wuchs seiner Zellwand erfolgen, der bei vielen Algen und Pilzen nur kurz ist, bei den Pollenzellen der Blüthenpflanzen aber zu einem ungeheuer langgestreckten Schlauch wird. Gewöhnlich verwandelt sich das Protoplasma der männlichen Zelle indessen in Stäbe oder Fäden, welche in der Regel lebhafte Schwingungen ausführen oder bisweilen auch durch zahlreiche Wimpern fortbewegt werden. Gelegentlich jedoch, so bei vielen Nematoden und Arthropoden, sind sie unbeweglich.

Die Art und Weise, wie der Inhalt des Pollenschlauches auf die Eizelle wirkt, ist unbekannt, da man eine Durchbohrung, durch welche der Inhalt des Pollenschlauches hindurchtreten könnte, so dass thatsächlich eine Vermischung mit der Substanz der Eizelle erfolgte, nicht beobachtet hat; dieselbe Schwierigkeit besteht hinsichtlich des Conjugationsvorganges bei einigen Kryptogamen. Bei der grossen Mehrzahl der Pflanzen aber und bei allen Thieren besteht kein Zweifel, dass sich wirklich die Substanz des männlichen Elementes mit derjenigen des weiblichen mischt, so dass in allen diesen Fällen der geschlechtliche Vorgang im Wesentlichen auf eine Conjugation hinausläuft. Befruchtung ist danach die physikalische Vermischung von protoplasmatischer Materie aus zwei Quellen, die entweder verschiedene Theile desselben Organismus oder verschiedene Organismen sein können.

Die Wirkung der Befruchtung scheint in allen Fällen darin zu bestehen, dass das befruchtete Protoplasma in Theile *(Blastomeren)* zu zerfallen strebt, welche entweder zu einem einzigen Zellhaufen vereinigt bleiben oder theilweise oder sämmtlich zu gesonderten Organismen werden. In vielen Fällen schiebt sich zwischen den Act der Befruchtung und den Anfang der Theilung eine längere oder kürzere Ruheperiode. In der Regel ist die weibliche Zelle, welche direct dem Einfluss des männlichen Elements unterliegt, auch diejenige, welche sich theilt und schliesslich zu selbständigen Keimen entwickelt; aber es giebt einige Pflanzen, z. B. die *Florideen*, bei denen das nicht der Fall ist. Bei diesen theilt sich der Protoplasmakörper des Trichogyns, welcher sich mit den Spermatozoen verbindet, nicht selbst, sondern überträgt irgend einen Einfluss auf anliegende Zellen, in Folge dessen diese sich theilen und zu selbständigen Keimen und Sporen werden.

Noch grössere Dunkelheit herrscht hinsichtlich der Fortpflanzungsvorgänge der Infusorien; bei den *Vorticelliden* scheint die

Conjugation blos einen Zustand des ganzen Organismus zu bestimmen, in Folge dessen die Theilung des Endoplasts oder des sogen. Nucleus erfolgt, von dem sich Keime ablösen; ist dies der Fall, so hätten wir hier einen ähnlichen Vorgang wie bei den Florideen.

Auf der andern Seite führt der Conjugationsvorgang, durch welchen sich zwei getrennte *Diporpen* zu jenem seltsamen Doppelwesen, dem *Diplozoon paradoxum*, vereinigen, nicht direct zur Entstehung von Keimen, sondern giebt nur den Anstoss zur Entwicklung der Geschlechtsorgane in den beiden conjugirten Individuen. Derselbe Vorgang findet bei einer grossen Anzahl von *Infusorien* statt, wenn die vermeintlichen männlichen Geschlechtsstoffe wirklich solche sind.

Der Befruchtungsvorgang bei den *Florideen* ist besonders deshalb interessant, weil er ein Licht auf die Veränderungen wirft, welche die Befruchtung selbst bei den höchsten Thieren und Pflanzen, ausser im Ei, in andern Theilen des elterlichen Organismus hervorruft.

Das Wesen des Einflusses, den das männliche Element auf das weibliche ausübt, ist völlig unbekannt. Es ist kein morphologischer Unterschied zu finden zwischen solchen Zellen, welche im Stande sind, den ganzen Organismus ohne Befruchtung aus sich zu reproduciren, und solchen, welche der Befruchtung bedürfen, wie aus dem hervorgeht, was bei Insecten vorkommt, wo Eier, welche gewöhnlich der Befruchtung bedürfen, sich ausnahmsweise, z. B. bei vielen Nachtschmetterlingen, oder regelmässig, wie z. B. die Drohneneier der Bienen, ohne Befruchtung entwickeln. Selbst bei den höheren Thieren, so beim Huhn, können die ersten Theilungsstadien des Keimes ohne Befruchtung eintreten.

Die geschlechtliche Fortpflanzung lässt sich in der That als ein besonderer Fall der Zellenvermehrung auffassen und die Befruchtung einfach als einer der vielen Umstände, welche zu diesem Vorgange den Anstoss geben oder von Einfluss darauf sein können. Bei den niedersten Organismen theilt sich die einfache Protoplasmamasse, und jeder Theil behält sämmtliche physiologische Eigenschaften des Ganzen und bildet folglich einen Keim, aus dem der ganze Körper sich reproduciren kann. Bei etwas weiter vorgeschrittenen Organismen behält jede der vielen Zellen, in welche die Eizelle sich zunächst verwandelt, wahrscheinlich alle oder fast alle physiologischen Eigenschaften des Ganzen und ist im Stande,

zur Fortpflanzung zu dienen; aber wenn die Theilung fortschreitet und viele der aus der Theilung hervorgehenden Zellen specielle morphologische und physiologische Eigenschaften annehmen, so verlieren sie höchst wahrscheinlich in gleichem Verhältnisse ihre mehr allgemeinen Charaktere. Je mehr sich z. B. das Bestreben einer Zelle, eine Muskelzelle oder eine Knorpelzelle zu werden, ausspricht, um so leichter wird man sich vorstellen können, dass ihre ursprüngliche Fähigkeit, den ganzen Organismus zu reproduciren, abnimmt, wenn sie dieselbe auch nicht gänzlich einbüsst. Ist diese Ansicht richtig, so würde die Fähigkeit, den ganzen Organismus zu reproduciren, auf diejenigen Zellen beschränkt sein, welche keine specielle Entwicklungsrichtung eingeschlagen haben und daher alle Kräfte der ursprünglichen Zelle, von welcher der Organismus ausgegangen ist, behalten haben. Je weiter solche Zellen zerstreut werden, desto allgemeiner könnte Vermehrung durch Knospung oder Theilung eintreten; je mehr sie örtlich beschränkt werden, desto beschränkter würden die Theile des Organismus sein, an denen ein solcher Vorgang stattfinden könnte. Und selbst da, wo solche Zellen vorkämen, könnte es von den Ernährungsverhältnissen abhängen, ob sie sich entwickeln oder nicht. So hängt es von der Ernährung einer weiblichen Bienenlarve ab, ob daraus eine Arbeiterin oder ein vollkommen geschlechtlich entwickeltes Weibchen wird; und die geschlechtliche Ausbildung eines grossen Theils der Endoparasiten hängt in ähnlicher Weise von ihrer Nahrung oder vielleicht auch von andern Verhältnissen, z. B. von der Temperatur des Mediums, in dem sie leben, ab. Das allmähliche Verschwinden der Agamogenesis bei den höheren Thieren würde demnach in Beziehung stehen zu der zunehmenden Specialisirung der Functionen, welche ihren wesentlichsten Charakter ausmacht, und wenn sie vollständig verschwindet, so kann man annehmen, dass keine Zellen zurückgeblieben sind, welche die Kräfte der ursprünglichen Eizelle unmodificirt beibehalten haben. Der Organismus gleicht einer Gesellschaft, in welcher Jeder durch seine specielle Beschäftigung so in Anspruch genommen ist, dass er weder Zeit noch Neigung hat, zu heirathen.

Bei den höchsten Thieren sind selbst die weiblichen Elemente, obwohl sie sich allem Anscheine nach von nicht differenzirten Zellen nur sehr wenig unterscheiden, und obwohl sie direct von Epithelzellen abstammen, welche sich nur wenig von dem Zustande der

Blastomeren entfernt haben, nicht im Stande, sich vollständig zu entwickeln, wenn sie nicht dem Einflusse des männlichen Elementes unterliegen, das man, wie Caspar Friedrich Wolff meinte, mit einer Art Nahrung vergleichen könnte. Aber es ist eine lebende Nahrung, die in mancher Beziehung vergleichbar wäre mit derjenigen eines Thieres, das man nur durch Transfusion am Leben erhielte, und ihre Moleküle übertragen an die befruchtete Eizelle alle die speciellen Charaktere des Organismus, zu dem sie gehörte. Die Tendenz des Keimes, die Eigenschaften seiner unmittelbaren Erzeuger zu reproduciren, im Falle der geschlechtlichen Fortpflanzung verbunden mit der Tendenz, die Eigenschaften des Männchens zu reproduciren, ist die Quelle der eigenthümlichen Vererbungserscheinungen. Keine Veränderung im Bau eines der Eltern, keine Eigenthümlichkeit einer ihrer Functionen ist so unbedeutend, dass sie nicht bei einem der Nachkommen wieder zum Vorschein kommen könnte. Aber die Uebertragung der Eigenschaften der Eltern hängt grossentheils von der Art und Weise ab, wie sie erworben worden sind. Eigenschaften, welche auf natürlichem Wege entstanden und durch viele Generationen bereits erblich gewesen sind, treten bei den Nachkommen mit grosser Kraft hervor, während künstliche Veränderungen, z. B. Verletzungen, selten, wenn überhaupt übertragen werden. Trotz der unzähligen Generationen, durch welche die Beschneidung geübt worden ist, ist dieser Gebrauch nicht zu einer blossen Formalität geworden, wie es der Fall sein würde, wenn die Verkürzung der Vorhaut bei den Nachkommen Abrahams erblich geworden wäre; und die Lämmer werden heutigen Tages mit langen Schwänzen geboren, obwohl es seit langer Zeit üblich ist, jeder Generation die Schwänze zu stutzen. Ob die angebliche Erblichkeit des Stehens bei Hunden wirklich Das ist, was sie auf den ersten Blick zu sein scheint, bleibt noch zu untersuchen; andererseits ist Brown-Sequard's Beobachtung von der Vererbung künstlich erzeugter Epilepsie bei Meerschweinchen ohne Zweifel sehr wichtig.

Der Keim hat zwar immer das Bestreben, direct oder indirect den Organismus, von dem er entstammt, zu reproduciren, allein das Ergebniss seiner Entwicklung ist doch etwas von dem Stammwesen verschieden. Gewöhnlich ist der Grad der Variation nicht bedeutend; allein er kann beträchtlich werden, wie bei den sogenannten Spielarten, und solche Variationen können, gleichgültig, ob sie

nützlich oder nutzlos sind, mit grosser Zähigkeit auf die Nachkommen übertragen werden.

Bei den meisten Pflanzen und Thieren, welche sich sowohl geschlechtlich wie ungeschlechtlich vermehren, besteht kein bestimmtes Verhältniss zwischen den agamogenetischen und gamogenetischen Erscheinungen. Der Organismus kann sich vor oder nach oder gleichzeitig mit dem Auftreten der geschlechtlichen Fortpflanzung ungeschlechtlich vermehren.

Allein bei einer grossen Anzahl der niederen Organismen, sowohl Thieren wie Pflanzen, erzeugt der Organismus A, der aus dem befruchteten Keime hervorgeht, nur auf agamogenetischem Wege Nachkommen. Er erzeugt so eine Reihe von selbständigen Organismen (B, B, B . . . .), welche mehr oder minder von A verschieden sind und früher oder später Geschlechtsorgane erhalten. Aus ihren befruchteten Keimen entsteht A. Der beschriebene Vorgang ist der sogen. »Generationswechsel« in seiner einfachsten Form, wie er z. B. bei den *Salpen* vorkommt. In complicirten Fällen können die selbständigen Organismen, welche B entsprechen, agamogenetisch andere (B 1) und diese wieder andere (B 2) und so fort erzeugen (z. B. *Aphis*). So lang aber diese Reihe auch sein mag, schliesslich tritt eine Form auf, bei der sich Geschlechtsorgane entwickeln, und welche wieder A erzeugt. Der »Generationswechsel« ist also genau genommen ein Wechsel von ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Generationen, wobei die Producte des einen Vorganges verschieden sind von denjenigen des andern.

Die *Hydrozoen* bieten eine vollständige Reihe von Uebergängen dar zwischen solchen Fällen, wo das Stadium B von einem freien, sich selbst ernährenden Organismus dargestellt wird (z. B. *Cyanaea*), solchen, wo derselbe frei, aber nicht im Stande ist, sich selbst zu ernähren *(Calycophoridae)*, und solchen, wo die Geschlechtsstoffe sich in Körpern entwickeln, welche freien Zooiden gleichen, aber sich niemals loslösen, sondern blosse Geschlechtsorgane des Körpers sind, an dem sie sich entwickeln *(Cordylophora)*.

In dem letzteren Falle ist das »Individuum« das Gesammterzeugniss der Entwicklung des befruchteten Eies: alle Theile bleiben im materiellen Zusammenhang mit einander. Durch die Vermehrung der Mundöffnungen und Magenräume wird eine *Cordylophora* eben so wenig ein Haufen von verschiedenen Individuen, wie die Vermehrung der Segmente und Beine bei einem Tausendfuss

dieses Arthropod in eine Thiercolonie verwandelt. Die *Cordylophora* ist das Ergebniss der Differenzirung eines Ganzen in viele Theile; und jede Terminologie, welche von der Auffassung ausgeht, als sei sie entstanden durch Verwachsung vieler Theile zu einem Ganzen, ist zu verwerfen.

Bei *Cordylophora* sind die Geschlechtsorgane nicht im Stande, eine gesonderte Existenz zu behaupten; bei nahe verwandten Hydrozoen aber werden die unzweifelhaften Homologa dieser Organe zu freien Zooiden, welche in vielen Fällen im Stande sind, zu fressen und zu wachsen, und die Geschlechtsstoffe erst bilden, nachdem sie beträchtliche Gestaltsveränderungen erfahren haben. Morphologisch stellt der sich von einem Hydrozoon loslösende Medusenschwarm eben so gut Organe des letzteren dar, wie die zahlreichen Pinnulae einer Comatula mit ihren Geschlechtsdrüsen Organe des Echinoderms. Morphologisch ist also das Comatula-Individuum gleichwerthig dem Hydrozoenstock mit sämmtlichen davon ausgehenden Medusen. Es klingt allerdings paradox, z. B. von einer Million Aphiden als von Theilen eines morphologischen Individuums zu sprechen; allein ausser dem augenblicklichen Stutzen über das Paradoxon ist weiter kein Unglück dabei. Erklärt man andererseits die geschlechtslosen Aphiden für Individuen, so ist die logische Folge davon, dass nicht nur die sämmtlichen Polypen von einem Cordylophorastocke »Fressindividuen« und alle Geschlechtskapseln »Fortpflanzungs-Individuen« sind, während der Stiel ein »Stammindividuum« ist, sondern es wären auch die Augen und die Beine eines Hummers »Seh-« resp. »Bewegungsindividuen«. Diese Auffassung ist aber nicht nur etwas paradoxer als die andere, sondern sie geht von einer Auffassung von der Entstehung der Complicirtheit des thierischen Baues aus, welche mit den Thatsachen durchaus nicht im Einklang steht.

4. Aetiologie.

Die Morphologie, die Verbreitung und die Physiologie befassen sich mit der Erforschung und Feststellung der Thatsachen der Biologie. Die Aufgabe der Aetiologie ist die Ermittlung der Ursachen dieser Thatsachen, und die Erklärung der biologischen Erscheinungen durch den Nachweis, dass sie besondere Fälle allgemeiner Naturgesetze darstellen. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass die

Aetiologie in diesem Sinne sich noch in ihrer frühesten Kindheit befindet, und dass die lebhaften Controversen, zu denen der in DARWIN's »Entstehung der Arten« gemachte Versuch, diesen Zweig der Wissenschaft zu begründen, Anlass gegeben hat, an dieser Stelle nicht erörtert werden können. Höchstens kann das Wesen der zu lösenden Aufgaben im Allgemeinen und der zu ihrer Lösung nöthige Weg der Forschung angedeutet werden.

Bei jeder Untersuchung über die Ursache der Lebenserscheinungen ist die erste Frage, welche entsteht: haben wir irgend welche Kenntniss vom Ursprung der lebenden Natur, und wie ist dieselbe dann beschaffen?

Für alle deutlich sichtbaren und leicht zu erforschenden Organismen ist es seit den ersten Anfängen der Naturforschung klar gewesen, dass lebende Wesen durch Zeugung aus lebenden Wesen ähnlicher Art entstehen; allein vor der letzten Hälfte des 17. Jahrhunderts waren Gelehrte und Laien gleicher Weise der Ueberzeugung, dass diese Regel keine allgemeine Geltung habe, sondern dass Mengen von kleineren und dunkleren Organismen durch Gärung lebloser und besonders faulender todter Materie entständen, durch das, was man damals *generatio aequivoca* oder *spontanea* nannte, was heutigen Tages *Abiogenesis* heisst. REDI wies dann nach, dass dieser allgemeine Glaube in zahlreichen Fällen unrichtig sei; SPALLANZANI vermehrte die Beweise, während die Forschungen der wissenschaftlichen Helminthologen des jetzigen Jahrhunderts eine weitere Kategorie von Fällen ausgemerzt haben, in denen es noch möglich war, zu zweifeln, ob die Regel »*omne vivum e vivo*« auf alle complicirteren Organismen der jetzigen Fauna und Flora der Erde anwendbar sei. Heutigen Tages behaupten selbst die weitestgehenden Vertreter der Abiogenesis nicht, dass Organismen von höherer Stufe als die niedrigsten Pilze und Protozoen anders als durch Fortpflanzung schon vorhandener Organismen entständen. Allein es wird behauptet, Bacterien, Torulae, gewisse Pilze und »Monaden« entwickelten sich unter Verhältnissen, welche die Möglichkeit ausschlössen, dass diese Organismen direct aus lebender Materie hervorgegangen seien.

Die zu Gunsten dieser Behauptung angeführten experimentellen Beweise sind immer von derselben Art, und die Betrachtung, welche der Ansicht, dass Abiogenesis vorkomme, zu Grunde liegt, lässt sich etwa in folgender Form darstellen:

Alle lebende Materie wird durch Erwärmung bis zu *n* Grad getödtet.

Der Inhalt eines Gefässes, von dem jegliche Keime ausgeschlossen sind, ist auf *n* Grad erwärmt worden.

Folglich ist alle lebende Materie, welche darin gewesen ist, getödtet.

In diesem so erwärmten Inhalt sind aber lebende Bacterien etc. aufgetreten.

Folglich haben sie sich abiogenetisch gebildet.

Gegen die logische Form dieses Schlusses wird man Nichts einwenden können; allein seine Berechtigung hängt in jedem einzelnen Falle offenbar ganz davon ab, wie weit in dem Falle der erste und zweite Satz richtig war.

Angenommen, eine Flüssigkeit sei voll von lebhaft schwärmenden Bacterien; welchen Beweis haben wir, dass diese getödtet werden, wenn man die Flüssigkeit auf *n* Grad erwärmt? Es giebt nur e i n e n schlagenden Beweis, nämlich den, dass von da an keine lebenden Bacterien mehr in der Flüssigkeit auftreten, vorausgesetzt, dass dieselbe gegen das Eindringen neuer Bacterien von aussen gehörig geschützt war. Der einzige andere Beweis, den man z. B. aus dem Aufhören der Bewegung der Bacterien oder aus den geringen Veränderungen ihrer optischen Eigenschaften, welche wir mit unsern Mikroskopen wahrnehmen können, entnehmen kann, ist nur ein Wahrscheinlichkeitsbeweis für ihren Tod und ebensowenig zwingend, wie die Regungslosigkeit und Blässe eines ohnmächtigen Menschen ein Beweis für dessen Tod ist. Und bei den Bacterien ist Vorsicht um so mehr nöthig, als viele von ihnen naturgemäss einen beträchtlichen Theil ihres Daseins in einem Zustande verbringen, in welchem sie kein Lebenszeichen von sich geben, abgesehen von Wachsthum und Vermehrung.

Wenn man nun in Fällen, welche keinen Zweifel zulassen, nachweisen könnte, dass lebende Materie immer und ausnahmslos bei genau derselben Temperatur getödtet werde, so hätte man vielleicht auch ein Recht zu der Annahme, dass in den zweifelhaften Fällen unter denselben Umständen auch der Tod eintreten müsse. Aber was lehren die Thatsachen? Es ist bereits erwähnt worden, dass, wenn wir zunächst die Bacterien beiseite lassen, die Schwankungen der oberen Temperaturgrenze zwischen der niedrigsten, bei der sicher gewisse lebende Wesen sterben, und der höchsten, bei

der andere gewiss noch leben, über 50° C. beträgt, nämlich zwischen 40° und 98°. Dabei ist es gleichgültig für den Werth der Argumentation, wie es kommt, dass lebende Wesen eine so hohe Temperatur wie die letztgenannte ertragen können; die Thatsache, dass sie es thun, genügt, um zu beweisen, dass unter gewissen Verhältnissen eine solche Temperatur nicht ausreicht, um das Leben zu zerstören[1]. Es liegt also kein Grund zu der Annahme vor, dass alle lebenden Wesen bei einer gegebenen Temperatur zwischen 40° und 98° C. getödtet werden.

Ein experimenteller Nachweis, dass eine Flüssigkeit auf *n* Grad erwärmt worden und doch später darin lebende Organismen entstehen können, hat als Beweis, dass nun Abiogenesis stattgefunden habe, sehr wenig Werth und zwar aus zwei Gründen; erstens haben wir keinen andern Beweis, dass Organismen von der in Rede stehenden Art todt sind, als dass sie dauernd unfähig sind, zu wachsen und Ihresgleichen zu erzeugen, und zweitens ist, da wir wissen, dass die Verhältnisse auf die Widerstandsfähigkeit solcher Organismen gegen Wärme von sehr grossem Einfluss sein können, sehr viel wahrscheinlicher, dass bei dem betreffenden Versuche solche Verhältnisse vorgelegen haben, als dass die Organismen aus lebloser Materie neu entstanden wären.

Die zu Gunsten der Abiogenesis vorgebrachten Beweise sind aber nicht nur logisch unzulänglich, sondern es lässt sich als ein wohlbegründeter Erfahrungssatz hinstellen, dass, je sorgfältiger der Forscher ist, und je vollständiger er über die endlosen practischen Schwierigkeiten, welche bei Versuchen über diesen Gegenstand zu überwinden sind, Herr ist, um so sicherer das Ergebniss seiner Experimente ein negatives ist, während positive Resultate eben so sicher die Bemühungen ungeschickter und unvorsichtiger Arbeiter belohnen.

Man erklärt, der Glaube an die Abiogenesis sei eine nothwendige Folgerung der Entwicklungslehre. Dies mag wahr sein, wenn man damit sagen will, es müsse einmal zu irgend einer Zeit Abiogenesis stattgefunden haben; allein wenn die Gegenwart oder irgend eine Epoche der geologischen Zeit, von der uns Urkunden vorliegen,

1 DALLINGER und DRYSDALE haben kürzlich gute Gründe für die Ansicht beigebracht, dass gewisse Monaden selbst dann, wenn man sie einer Temperatur von 120° C. oder gar 150° C. aussetzt, nicht zerstört werden.

in Frage kommt, so gilt gerade das Gegentheil. Wenn alle lebenden Wesen sich aus vorher vorhandenen Formen entwickelt haben, so genügt es, dass einmal ein einziges Theilchen lebenden Protoplasmas auf Erden erschienen ist, mag es nun hergekommen sein, woher es wolle. In den Augen eines consequenten Descendenztheorikers wäre jede weitere selbständige Bildung von Protoplasma reine Verschwendung.

Die Annahme, dass lebende Materie seit ihrem ersten Auftreten nur auf dem Wege der Biogenesis entstanden sei, setzt voraus, dass die specifischen Formen der niederen lebenden Wesen im Laufe der geologischen Zeit nur geringe Veränderungen erfahren haben, und das soll mit der Descendenzlehre unvereinbar sein. Allein erstens ist die Thatsache mit der Descendenzlehre, wenn man sie richtig versteht, nicht unvereinbar: diese Lehre verträgt sich sowohl mit dem Fortschritt als mit dem Rückschritt, als auch mit dem Stillstande gewisser Arten während unbegrenzter Zeiträume; und zweitens, wäre sie damit unvereinbar, so wäre es um so schlimmer für die Descendenzlehre, da ganz ohne Frage gewisse sogar hoch organisirte Formen während sehr langer Perioden ohne merkliche Veränderungen bestanden haben. Die lebende *Terebratula psittacea* z. B. ist von derjenigen der Kreidezeit nicht zu unterscheiden und der hoch organisirte Teleostier der Kreide, *Beryx,* unterschied sich von den jetzt lebenden nur in unbedeutenden Artmerkmalen. Wird man ernstlich behaupten wollen, die jetzt lebenden *Terebratulae* und *Beryces* seien nicht die directen Nachkommen ihrer Vorfahren aus der Kreidezeit, sondern ihre modernen Vertreter hätten sich in der Zwischenzeit selbständig aus neu entstandenen Keimen entwickelt? Wenn aber dieser Gedanke zu phantastisch ist, um ernstlich erwogen zu werden, warum sollen wir da glauben, die heutigen *Globigerinen* seien nicht directe Nachkommen der Kreideformen? Und wenn während der ungeheuren, zur Ablagerung der Kreide und der tertiären und quaternären Schichten erforderlichen Zeiten ihre Generationen ohne Veränderung auf einander gefolgt sind, warum hat es da Schwierigkeit, anzunehmen, dass sie noch viel länger unverändert bestanden haben?

Thatsache ist, dass gegenwärtig nicht ein Schatten von einem wirklichen directen Beweise vorhanden ist, dass Abiogenesis stattfindet, oder während der Zeit, aus der wir von der Existenz des Lebens auf der Erde Kunde haben, stattgefunden hat. Es braucht

übrigens wol kaum bemerkt zu werden, dass die Thatsache nicht im Geringsten Schlussfolgerungen in den Weg tritt, zu denen man deductiv von andern Betrachtungen aus, dass irgend einmal Abiogenesis stattgefunden haben müsse, gelangen mag.

Ist die Descendenz-Hypothese richtig, so muss die lebende Materie aus lebloser entstanden sein, denn nach der Annahme war der Zustand der Erdkugel einst derart, dass lebende Materie darauf nicht bestehen konnte [1]), da ja das Leben mit dem gasförmigen Zustande durchaus unverträglich ist. Nachdem aber einmal lebende Materie entstanden war, liegt keine Nothwendigkeit einer abermaligen Entstehung vor, da ja die Hypothese die unbegrenzte, wenn auch vielleicht nicht unbestimmte Veränderlichkeit dieser Materie fordert.

Von den Ursachen, welche zur Entstehung lebender Materie geführt haben, wissen wir durchaus gar nichts. Allein, ausgehend von der Voraussetzung der Existenz lebender Materie, welche mit der Fähigkeit erblicher Uebertragung und mit der Tendenz zu variiren, welche wir bei solcher Materie überall finden, begabt sind, hat Darwin nachgewiesen, dass die Wechselwirkung zwischen der lebenden Materie und den sie umgebenden Verhältnissen, deren Resultat das Ueberleben des Passendsten ist, recht wohl ausreichen kann, um die allmähliche Entwicklung der Pflanzen und Thiere von ihren einfachsten zu ihren complicirtesten Formen und die bekannten Erscheinungen der Morphologie, Physiologie und Verbreitung zu erklären.

Darwin hat ferner versucht, eine naturwissenschaftliche Erklärung der Vererbung durch seine Hypothese der Pangenesis zu geben, während er die hauptsächliche, wenn auch nicht die einzige Ursache der Variation in dem Einfluss der wechselnden äussern Verhältnisse sieht.

Ueber diesen Punkt bestehen unter den Anhängern der Descendenzlehre die hauptsächlichsten Meinungsverschiedenheiten. Ueber die Ursachen der Variation sind dreierlei Ansichten möglich:

---

1) Es macht keinen Unterschied, ob wir William Thomson's Hypothese annehmen und uns denken, es seien die Keime von lebenden Wesen von einem andern Gestirn auf das unsrige gekommen, da wir offenbar mit demselben Rechte annehmen, dass alle Bestandtheile des Weltalls, sowohl die Fixsterne wie die Planeten, gasförmig gewesen sind oder noch sind, wie wir annehmen, dass die Erde diesen Zustand durchlaufen habe.

a. Der Organismus kann vermöge seiner Molecularstructur die Tendenz haben, zu variiren. Diese Variabilität kann entweder unbestimmt sein oder durch innere Ursachen in gewisse Richtungen gedrängt werden. Im ersteren Falle würde das Ergebniss des Kampfes ums Dasein die Erhaltung der passendsten unter einer unbegrenzten Zahl von Varietäten sein, im letzteren die Erhaltung der passendsten unter einer gewissen Reihe von Varietäten, deren Natur und Zahl durch die Molecularstructur des Organismus bedingt sein würde.

b. Der Organismus kann keine innere Tendenz zur Veränderlichkeit haben, sondern die Variation kann durch den Einfluss äusserer Verhältnisse veranlasst werden. Auch in diesem Falle kann die Veränderlichkeit entweder unbestimmt oder durch innere Ursachen beschränkt sein.

c. Die beiden ersten Fälle können gleichzeitig vorkommen und die Variation zum Theil von innern, zum Theil von äussern Verhältnissen abhängen.

Wenn alle lebenden Wesen durch die allmähliche, während einer langen Reihe von Generationen erfolgende Umbildung eines ursprünglichen lebenden Wesens entstanden sind, so müssen die Erscheinungen der Embryonal-Entwicklung sich als besondere Fälle des allgemeinen Vererbungsgesetzes erklären lassen. Nach dieser Auffassung ist eine Kaulquappe erst ein Fisch und dann ein mit Kiemen und Lungen versehenes geschwänztes Amphibium, bevor sie ein Frosch wird, weil der Frosch das Endziel einer Reihe von Umbildungen war, wodurch aus einem ehemaligen Fisch ein Urodel wurde, und aus dem Urodel ein Anur. Die Entwicklung des Embryos ist also eine Recapitulation der Stammesgeschichte der Art.

Wenn das richtig ist, so müsste die Entwicklung jedes Organismus den Schlüssel zu seiner Stammesgeschichte liefern; und der Versuch, den ganzen Stammbaum von Organismen aus den in ihrer Entwicklung enthaltenen Nachrichten von ihrer Familiengeschichte zu entziffern, hat zur Entstehung eines besondern Zweiges der biologischen Speculation, der sogenannten Phylogenie, geführt.

Practisch stösst jedoch die Reconstruction des Stammbaumes einer Gruppe aus der Entwicklungsgeschichte ihrer vorhandenen Glieder auf die grössten Schwierigkeiten. Höchst wahrscheinlich stellt die Reihe der Entwicklungsstadien eines einzelnen Organismus niemals mehr als eine abgekürzte und condensirte Zusammen-

fassung der Zustände der Vorfahren dar, während diese Zusammenfassung oftmals durch Variation und Anpassung an äussere Verhältnisse seltsam modificirt ist; und man muss gestehen, dass wir in den meisten Fällen eigentlich nur errathen können, was wirklich Recapitulation der Formen der Vorfahren, und was die Wirkung verhältnissmässig später Anpassung ist.

Die einzige vollkommen sichere Begründung der Descendenzlehre liegt in dem historischen oder vielmehr archäologischen Nachweise, dass gewisse Organismen durch allmähliche Umbildung ihrer Vorgänger entstanden sind, einem Nachweise, den uns versteinerte Ueberreste liefern. Solche Beweise mehren sich von Tag zu Tag an Zahl und an Gewicht, und es ist zu hoffen, dass die Vergleichung des wirklichen Stammbaumes dieser Organismen mit den Erscheinungen ihrer Entwicklung einmal ein Kriterium liefern wird, an dem man die Berechtigung der aus den Thatsachen der Embryologie allein gezogenen Schlussfolgerungen hinreichend wird prüfen können.

Capitel I.

I. Die unterscheidenden Merkmale der Thiere.

Die complicirteren Formen unter den lebenden Wesen, deren allgemeine Charactere wir jetzt besprochen haben, lassen sich leicht in zwei weit getrennte Gruppen, Thiere und Pflanzen, scheiden. Die letzteren besitzen nicht die Fähigkeit der Ortsbewegung und zeigen nur selten eine deutliche Bewegung ihrer Theile, wenn man diese mechanisch oder auf andere Weise reizt. Sie besitzen keine Verdauungshöhle, und die Stoffe, welche ihnen zur Nahrung dienen, werden in gasförmigem oder flüssigem Zustande aufgenommen. Die gewöhnlichen Thiere besitzen dagegen nicht nur eine deutliche Fähigkeit der Ortsbewegung, sondern ihre Theile verändern auf Reize leicht ihre Form oder Lage. Ihre Nahrung, die aus andern Thieren oder aus Pflanzen besteht, wird in fester Form in eine Verdauungshöhle aufgenommen.

Aber schon ohne zu den allerniedersten Thier- und Pflanzenformen herabzusteigen, stossen wir auf Thatsachen, welche die Kraft dieser anscheinend durchgreifenden Unterschiede schwächen. Unter den Thieren ist eine Koralle oder eine Auster ebenso unfähig, ihren Ort zu verändern wie eine Eiche, und ein Bandwurm nährt sich durch Imbibition und nicht durch Aufnahme fester Stoffe. Andererseits vollführen die Fliegenfalle und der Sonnenthau auf Reize Bewegungen, und die neueren Beobachtungen von Darwin und Andern lassen keinen Zweifel darüber, dass die sogenannten insectenfressenden Pflanzen die Nährstoffe, welche in den von ihnen gefangenen und zerstörten lebenden Thieren enthalten sind, wirklich verdauen und assimiliren. Alle höheren Thiere sind hinsichtlich des Bezuges der Proteïnstoffe, welche sie enthalten, von andern Thieren oder von Pflanzen abhängig. Sie sind nicht im Stande, Proteïn aus einfacheren Stoffen aufzubauen; und wenn auch der positive Beweis, dass diese Unfähigkeit sich auf alle Thiere erstreckt, noch fehlt, so

kann man doch mit Sicherheit annehmen, dass sie bei allen denjenigen Thierformen besteht, welche feste Nahrungsstoffe aufnehmen oder welche parasitisch auf andern Thieren oder Pflanzen leben, in Lagen, wo sie reichliche Proteïnmengen in gelöster Form vorfinden. Die grosse Mehrzahl der höheren Pflanzen dagegen ist im Stande, wenn sie mit Kohlensäure, Ammoniaksalzen, Wasser und einigen Phosphor- und Schwefelsalzen versehen sind, Proteïn selbst zu bilden, und schaffen sich den dazu nöthigen Kohlenstoff durch Zersetzung der Kohlensäure, deren Sauerstoff frei wird. Ein wesentlicher Factor bei diesem merkwürdigen chemischen Process ist das Chlorophyll, das diese Pflanzen enthalten, ein anderer das Sonnenlicht.

Gewisse Thiere (*Infusorien*, *Coelenteraten*, *Turbellarien*) besitzen gleichfalls Chlorophyll; allein es ist noch nicht nachgewiesen, welche Rolle dasselbe in ihrem Haushalte spielt. Dagegen entbehren einige höhere Pflanzen, wenn sie parasitisch leben, und eine grosse Gruppe der niederen Pflanzen, die Pilze (welche schmarotzen können oder auch nicht), des Chlorophylls und sind daher vollständig ausser Stande, den Kohlenstoff, welchen sie gebrauchen, aus der Kohlensäure zu entnehmen. Trotzdem sind sie scharf von Thieren unterschieden, insofern sie doch meistentheils Proteïn bereiten. So ist z. B. ein Pilz wie *Penicillium* im Stande, alle Bestandtheile seines Körpers aus im Wasser gelöstem weinsteinsaurem, schwefelsaurem und phosphorsaurem Ammon darzustellen (siehe oben S. 6 Anmerk.); und die Hefepflanze gedeiht und vermehrt sich ungeheuer rasch in einem Wasser, das Zucker, weinsteinsaures Ammon, phosphorsaures Kali, phosphorsauren Kalk und schwefelsaure Magnesia enthält. Trotzdem haben die Experimente von Mayer gezeigt, dass, wenn man Peptone an die Stelle des weinsteinsauren Ammons setzt, die Ernährung der Hefepflanze nicht gestört, sondern befördert wird. Danach scheint es, als ob die Hefepflanze im Stande wäre, Proteïnstoffe aufzunehmen und zu assimiliren, wie wenn sie ein Thier wäre; und es kann vernünftiger Weise kein Zweifel bestehen, dass viele parasitische Pilze, z. B. die *Botrytis Bassiana* der Seidenspinnerraupe, die *Empusa* der Stubenfliege und höchst wahrscheinlich die *Peronospora* der Kartoffelpflanze direct die in den Körpern der von ihnen befallenen Pflanzen und Thiere enthaltenen Proteïnstoffe aufnehmen; auch ist nicht klar, ob diese Pilze von minder vollkommenen Nahrungstoffen leben können.

Cellulose, Amyloid- und Zuckerverbindungen hielt man früher für charakteristisch vegetabilische Erzeugnisse; allein Cellulose findet sich im Mantel der Ascidien und Amyloid- und Zuckerstoffe kommen sehr verbreitet, wenn nicht allgemein im Thierreich vor.

Ebenso wenig wie die Ernährung giebt bei einer sorgfältigen Betrachtung der ganzen Thier- und Pflanzenwelt die Ortsbewegung ein Unterscheidungsmerkmal ab. Denn unter den niedersten Pflanzen ist es eher Regel als Ausnahme, dass sie in dem einen oder andern Stadium ihres Daseins active Ortsbewegungen ausführen; die Bewegungsorgane sind gewöhnlich Wimpern, welche nach Charakter und Function den Bewegungsorganen der niedersten Thiere durchaus ähnlich sind. Ausserdem enthält das Protoplasma bei vielen dieser Pflanzen rhythmisch pulsirende Räume oder contractile Vacuolen derselben Art, wie sie für so viele Theile charakteristisch sind.

Es giebt keinen bessern Beleg für die Unmöglichkeit, eine scharfe Grenze zwischen Thieren und Pflanzen zu ziehen, als ihn uns die Geschichte einer sog. »Monade« liefert.

Mit dem Namen »Monaden«[1]) bezeichnet man gewöhnlich freie oder festsitzende, rundliche oder ovale, mit einer oder mehreren langen Wimpern *(Flagella)* und in der Regel mit einem Kern und einer contractilen Vacuole versehene Körper. Von einigen solchen Körpern, welche sämmtlich eigentlich in die alte Gruppe der Monadiden gehören, hat man die Entwicklungsgeschichte genau verfolgt; das Resultat ist, dass einige (z. B. *Chlamydomonas*, Zoosporen von *Peronospora* und *Coleochaete*) Schwärmzustände von zweifellosen Pflanzen sind, andere *(Radiolaria, Noctiluca)* Embryonalstadien ebenso zweifelloser Thiere. Noch andere (Zoosporen von *Myxomyceten*) sind Embryonalformen von Organismen, welche ebenso gut Thiere wie Pflanzen sein können, da sie in einem Zustande feste Nahrungsmittel aufnehmen und in einem andern die speciellen morphologischen, wenn nicht gar physiologischen Eigenschaften von Pflanzen besitzen, während es schliesslich bei solchen Monaden, wie sie kürzlich von Dallinger und Drysdale so sorgfältig untersucht sind, und deren morphologische Charaktere im Ganzen thierisch sind, während ihre Ernährungsweise unbekannt ist, unmöglich

1) O. F. Müller, »Historia Vermium«, 1773. »Vermis inconspicuus, simplicissimus, pellucidus, punctiformis.

ist, zu sagen, ob man sie als Thiere oder als Pflanzen betrachten soll.

Geht man so bis zu den niedersten Formen herab, so verliert die Reihe der Pflanzenformen allmählich mehr und mehr ihre unterscheidenden pflanzlichen Eigenschaften, während die Reihe der Thierformen mehr und mehr ihre unterscheidenden thierischen Merkmale einbüsst und beide Reihen schliesslich auf einen gemeinsamen Punkt convergiren. Die charakteristischeste morphologische Eigenthümlichkeit der Pflanzen ist die Umhüllung der sie bildenden Zellen von einem Sacke, dessen Wände Cellulose oder ganz ähnliche Verbindungen enthalten, und die charakteristischeste physiologische Eigenthümlichkeit der Pflanzen ist ihre Fähigkeit, aus minder complicirten chemischen Verbindungen Proteïn zu bereiten.

Die charakteristischeste morphologische Eigenthümlichkeit der Thiere ist die gänzliche Abwesenheit solcher Cellulosehüllen [1]. Die charakteristischeste physiologische Eigenthümlichkeit der Thiere ist der Mangel der Fähigkeit, aus einfacheren Verbindungen Proteïnstoffe zu bereiten.

Die grosse Mehrzahl der lebenden Wesen lässt sich sofort in eine der beiden so definirten Kategorien bringen; allein es giebt solche, bei denen die Anwesenheit des einen oder des anderen charakteristischen Merkmales nicht dargethan werden kann, und andere, welche in verschiedenen Perioden ihres Daseins zu verschiedenen Kategorien zu gehören scheinen.

II. Die morphologische Differenzirung der Thiere.

Die denkbar einfachste Thierform würde ein Protoplasmakörper sein ohne Beweglichkeit, der durch Aufnahme derjenigen Proteïn-,

---

1) Von der Substanz der Kapseln, mit denen sich viele Protozoen zeitweilig umschliessen, liegen noch keine chemischen Analysen vor, allein es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieselbe dem Chitin analog ist. Wäre dies der Fall, so wäre es bemerkenswerth, dass, obwohl Chitin ein stickstoffhaltiger Körper ist, es bei Erhitzung mit der doppelten Menge von unterschwefelsaurem Kupfer und Ammoniak leicht einen scheinbar mit Cellulose identischen Körper giebt. Möglich daher, dass der Unterschied zwischen der Chitinhülle eines Thieres und der Cellulosehülle einer Pflanze davon abhängt, wie viel stickstoffhaltige Bestandtheile ausser der Cellulose vorhanden sind.

Fett-, Amyloid- und Mineralstoffe, mit denen er gerade durch äussere Einflüsse in Berührung käme, lebte und sich durch einfache Ausdehnung seiner Masse vergrösserte. Allein ein so einfaches Thier ist bisher nicht bekannt. Die niedersten Thiere, welche wir kennen, besitzen Contractilität und nehmen nicht nur an Grösse zu, sondern theilen sich, wenn sie bis zu einer gewissen Grösse gewachsen sind, und vermehren sich auf diese Weise. Bei den einfachsten Thieren — den *Protozoen* — differenzirt sich die Protoplasmamasse des Körpers noch nicht in gesonderte, mit Kernen versehene Massen oder Zellen, durch deren Metamorphose die verschiedenen Gewebe entstehen, aus denen bei den höheren Thieren der Körper zusammengesetzt ist. Bei den niedersten Protozoen hat der Körper weder eine beständige Form noch eine weitere Verschiedenheit seiner Theile, abgesehen von der grösseren Dichtigkeit des peripherischen Theiles des Protoplasmas gegenüber dem centralen. Die erste Complication erfolgt durch das Auftreten einer oder mehrerer sich rhythmisch contrahirenden Vacuolen, wie man sie auch bei manchen von den niedern Pflanzen findet, und durch die Absonderung eines Theiles des inneren Protoplasmas zu einer rundlichen Masse, dem »Endoplast« oder »Kern« *(Nucleus)*. Andere Protozoen machen weitere Fortschritte und erhalten dauernde Bewegungsorgane, die sich bisweilen nur an einem Theile der Körperoberfläche entwickeln, der sich zu einem besondern Organ für diesen Zweck umbilden kann. Bei einigen bildet sich ein Stiel zum Festsetzen, und der Körper kann eine dichte Hülle erhalten *(Infusoria)* oder ein inneres Skelet aus Kalk- oder Kieselsubstanz ausscheiden *(Foraminifera, Radiolaria)* oder ein solches Skelet durch Zusammenkleben fremder Körper bereiten *(Foraminifera)*.

Ferner kann sich ein Mund mit einem Schlunde und eine Afteröffnung bilden, und der weiche durchdringbare Centraltheil des Protoplasmas so begrenzt sein, dass dadurch ein virtueller Darmtractus zwischen jenen beiden Oeffnungen entsteht. Die contractile Vacuole kann sich zu einem complicirten System von Kanälen entwickeln *(Paramaecium)*, und der Endoplast mehr und mehr den Charakter eines Fortpflanzungsorganes annehmen, d. h. den Ausgangspunkt für die Bildung von Keimen bilden, welche im Stande sind, das Individuum zu reproduciren *(Vorticella)*. Es finden sich also die Anlagen der Hauptorgansysteme der höheren Thiere mit mehr oder minder zweifelhafter Ausnahme des Nervensystems bei

den *Protozoen* angedeutet, gerade wie die Organe der höhern Pflanzen bei der *Caulerpa*.

Bei den *Metazoen*, welche das übrige Thierreich bilden, ist das Thier in seinem frühesten Zustande eine Protoplasmamasse mit einem Kern — kurz ein Protozoon. Aber es erreicht niemals die morphologische Complicirtheit seines ausgebildeten Zustandes durch directe Metamorphose der Protoplasmamasse dieses Körpers — des *Eies* — zu den verschiedenen Geweben. Im Gegentheil besteht der erste Schritt in der Entwicklung aller Metazoen in der Verwandlung des einfachen Zellkörpers in einen Haufen solcher Körper von geringerer Grösse — die *Morula* — durch einen Theilungsprocess, der gewöhnlich mit grosser Regelmässigkeit verläuft, indem das Ei sich erst in zwei Segmente theilt, die sich dann abermals theilen, so dass vier, acht, sechszehn etc. Theile entstehen, die sogenannten *Furchungskugeln* oder *Blastomeren*.

Ein ähnlicher Vorgang findet bei manchen Protozoen statt und führt zur Bildung von einem Protozoenhaufen, der vollständig mit einer Morula zu vergleichen ist. Allein die Glieder des Protozoenhaufens trennen sich oder gewinnen wenigstens selbständige Existenz. Was das Metazoen-Aggregat auszeichnet, ist, dass die dasselbe bildenden Blastomeren, welche sich zwar einen gewissen Grad von physiologischer Selbständigkeit bewahren, zu einem morphologischen Ganzen vereinigt bleiben und ihre verschiedenen Metamorphosen so geordnet sind und in Beziehung zu einander stehen, dass sie Glieder eines auf gegenseitiger Abhängigkeit beruhenden Gemeinwesens bilden.

Die *Metazoen* sind die einzigen Thiere, welche auch von Laien gewöhnlich beobachtet und daher seit den ältesten Zeiten bekannt sind. Alle höheren Sprachen besitzen Begriffsbezeichnungen für unser Säugethier, Vogel, Reptil, Fisch, Insect und Wurm. Dies zeigt, wie früh man schon zu der Einsicht gelangt ist, dass die Thiere trotz der wunderbaren Mannichfaltigkeit ihrer Formen nach verhältnissmässig wenigen grossen Typen gebaut sind.

Um die Mitte des letzten Jahrhunderts unterschied der Begründer der modernen Systematik, Linné, die Thiere in *Mammalia, Aves, Amphibia, Pisces, Insecta* und *Vermes*, das heisst, er setzte den gesunden Menschenverstand in Wissenschaft um, indem er die schon bei gewöhnlicher Betrachtung in die Augen fallenden Unterschiede definirte und präcisirte.

Gegen Ende des Jahrhunderts machte LAMARCK einen sehr wichtigen Fortschritt in der allgemeinen Morphologie, indem er nachwies, dass Säugethiere, Vögel, Reptilien und Fische nach einem *Typus* oder *gemeinsamen Bauplan* gebildet seien, deren wesentlichster Charakter darin bestehe, dass zwischen ein cerebrospinales und ein viscerales Rohr eine Wirbelsäule eingeschaltet sei; bei keinem andern Thier sei derselbe Bauplan zu erkennen. Er stellte danach eine durchgreifende Unterscheidung zwischen den erstern und den letztern, den VERTEBRATA und den INVERTEBRATA auf. Allein beim Fortschritte der Kenntnisse vom Bau der wirbellosen Thiere, den wir hauptsächlich SWAMMERDAM, TREMBLEY, RÉAUMUR, PEYSSONEL, GOEZE, RÖSEL, ELLIS, FABRICIUS, O. F. MÜLLER, LYONET, PALLAS und CUVIER verdanken, stellte sich bald heraus, dass die Invertebraten nicht nach e i n e m Grundplan, sondern nach mehreren gebaut seien, und im Jahre 1795 zeigte CUVIER [1]), dass man unter den Wirbellosen mindestens drei morphologische Typen unterscheiden könne, welche von einander ebenso verschieden seien, wie von den Wirbelthieren. Er nannte sie: I. *Mollusques*; II. *Insectes et Vers*; III. *Zoophytes*. Im »Règne animal« 1816 werden diese Ausdrücke latinisirt: *Animalia Mollusca*, *Articulata* und *Radiata*. CUVIER sagt: »Man wird sehen, dass es vier Hauptformen, vier allgemeine Pläne, wenn ich mich so ausdrücken darf, giebt, nach denen die Thiere gebaut sind; die weiteren Abtheilungen sind, mit welchem Titel sie die Naturforscher auch belegt haben mögen, blos geringe Modificationen, welche auf Entwicklung oder Hinzufügung gewisser Theile beruhen; diese vier gemeinsamen Pläne sind die der *Vertebrata*, der *Mollusca*, der *Articulata* und der *Radiata*«.

An Umfang, Mannichfaltigkeit und Genauigkeit des Wissens war CUVIER unvergleichlich der grösste Anatom, der je gelebt hat; allein der Mangel zweier Bedingungen machte es unmöglich, dass sein Ueberblick über das Thierreich erschöpfend war, so gross und umfassend er auch war.

Zur Zeit von CUVIER's Tode im Jahre 1832 befand sich die mikroskopische Forschung noch in ihrer Kindheit, und daher blieb die grosse Mehrzahl der niedersten Formen entweder unbekannt oder nicht verstanden, und erst im dritten Jahrzehnt des jetzigen Jahrhunderts begannen RATHKE, DOELLINGER und VON BAER jene wunderbare

1) Tableau élémentaire de l'histoire des animaux. An VI.

Reihe exacter Untersuchungen über Embryologie, welche von Baer zu einem besondern Zweige der Morphologie gestaltete, indem er alle ihre wichtigsten Consequenzen darlegte und sie zu der ihr gebührenden Stellung, als Kriterium der morphologischen Theorien, erhob.

Auf embryologischer Grundlage kam von Baer zu demselben Schluss wie Cuvier, dass es vier Baupläne im Thierreich gäbe.

Im Laufe des letzten halben Jahrhunderts haben die Anatomen und Embryologen eine äusserst rege Thätigkeit entfaltet, und es ist wol zweifelhaft, ob man noch einmal eine Thierform entdecken wird, welche nicht mit dem einen oder dem andern der jetzt bekannten Baupläne übereinstimmte. Gleichzeitig aber sind durch diese Erweiterung unserer Kenntnisse die scharfen Grenzlinien verwischt, welche früher die einzelnen Typen von einander zu trennen schienen.

Selbst die Kluft zwischen den Wirbelthieren und den Wirbellosen ist, wenn auch noch nicht vollständig, so doch zum Theil überbrückt, und unter den Wirbellosen ist es zwar nicht schwierig, die vollkommener differenzirten Vertreter dieser Typen, wie der *Arthropoden*, der *Anneliden*, der *Mollusken*, der *Tunicaten*, der *Echinodermen*, der *Coelenteraten* und der *Poriferen* von einander zu unterscheiden; allein jedes Jahr bringt neue Beweise dafür, dass ebenso, wie die Grenze zwischen Thieren und Pflanzen nicht absolut scharf ist, so der Bauplan der Wirbelthiere gewisse Punkte mit demjenigen der Wirbellosen gemein hat, während die Baupläne der Arthropoden, der Mollusken und der Echinodermen durch denjenigen der niederen Würmer unter einander verbunden sind und der letztere nur durch unwesentliche Einzelheiten von demjenigen der Coelenteraten und der Schwämme getrennt ist.

Wie man auch über die Entstehung der Verschiedenheiten der Thierformen denken mag, die Thatsachen der Anatomie und der Entwicklungsgeschichte zwingen den Morphologen, die gesammten *Metazoen* als Modificationen eines actuellen oder ideellen Urtypus zu betrachten, der einen aus zwei Zellschichten bestehenden Sack mit einem centralen, an einem Ende offenen Hohlraume darstellt. Das nennt Haeckel eine *Gastrula*. Die innere Wand des Sackes ist das Hypoblast (*Endoderm* des fertigen Thieres), die äussere das Epiblast (*Ektoderm*). Zwischen beiden tritt mit Ausnahme der allerniedersten Metazoen eine dritte Schicht, das Mesoblast (*Mesoderm*) auf.

Bei den *Poriferen* wird der Gastrulamund zur Auswurfsöffnung des ausgebildeten Thieres, und die Einströmungsöffnungen sind zahlreiche secundäre porenartige Oeffnungen, welche sich durch Auseinanderweichen benachbarter Zellen des Endoderms und des Ektoderms bilden. Der Körper kann sich mannichfach verästeln; gewöhnlich bildet sich im Ektoderm ein Skelet von Fasern oder Nadeln aus; zur Bildung einer Leibeshöhle kommt es nicht; Körperanhänge zur Fortbewegung oder zum Greifen fehlen; Nervensystem oder Sinnesorgane kennt man bis jetzt nicht; ebenso wenig giebt es Kreislaufs-, Athmungs-, Ausscheidungs- oder Fortpflanzungsorgane.

Bei den *Coelenteraten* wird die Gastrulaöffnung zum Munde, und wenn Poren die Leibeswand durchsetzen, so dienen sie nicht zur Nahrungsaufnahme. Eine gesonderte Leibeshöhle ist nicht vorhanden, aber bei vielen Formen durchzieht ein *Enterocoel* oder ein System von Hohlräumen, das mit der Verdauungshöhle zusammenhängt, aber doch mehr oder minder davon gesondert ist, den Körper. Greiforgane, *Tentakeln*, sind in grosser Mannichfaltigkeit entwickelt. Bei einigen Formen tritt ein äusseres Chitinskelet, bei andern ein inneres Kalk- oder Chitinskelet auf. Kreislaufs-, Athmungs- oder Ausscheidungsorgane sind nicht vorhanden (obwohl möglicher Weise gewisse Zellen, z. B. bei den *Porpitae*, zur Harnabsonderung dienen); dagegen treten besondere Geschlechtsorgane auf, sowie ein bestimmt angeordnetes Nervensystem und Sinnesorgane.

Die niedersten *Turbellarien* stehen fast auf derselben Organisationsstufe, wie die niederen Coelenteraten, allein das mächtige Mesoderm wird von Kanälen durchzogen, welche ein *Wassergefässsystem* bilden. Bei den erwachsenen Thieren münden diese Canäle einerseits in die Zwischenräume der Mesodermgewebe, während sie andererseits mit der Aussenwelt communiciren. Ihre Analogie mit den contractilen Vacuolen der Infusorien einerseits und den Segmentalorganen der Anneliden andrerseits veranlasst mich, zu vermuthen, dass sie durch Spaltung des Mesoblasts entstehen und mithin diejenige Form der Leibeshöhle repräsentiren, welche ich ein *Schizocoel* genannt habe. Bei vielen findet sich ein aus einem unpaaren oder paarigen Ganglion mit zwei Hauptlängsstämmen bestehendes Nervensystem; auch Augen und Gehörblasen können vorhanden sein.

Auf dieser Grundlage erfolgt eine allmähliche Complication der Form durch

1. Streckung des bilateral-symmetrischen Körpers und Bildung eines äusseren Chitinskeletes.

2. Entwicklung einer secundären Oeffnung nahe am Vorderende des Körpers, welche zum bleibenden Munde wird.

3. Theilung des Mesoblasts in eine Reihe von hinter einander gelegenen Segmenten *(Somiten)*.

4. Entwicklung von zwei Nervenganglien in jedem Somit.

5. Hervorwachsen von einem Paar von Anhängen aus jedem Somit und Gliederung derselben.

6. Allmähliche Specialisirung der Somiten zu Kopf-, Brust- und Hinterleibssomiten und ihrer Anhänge zu Sinnesorganen, Kiefern, Beinen und Athmungsorganen.

7. Verwandlung des Schizocoels in eine geräumige blutführende Leibeshöhle; Ersetzung des Wassergefässsystemes durch Pseudhämalgefässe und Ersetzung beider bei den höheren Formen durch ein Herz, Arterien und Venen mit Blut.

8. Verwandlung des einfachen inneren Sackes der Gastrula in einen reich complicirten Darmcanal mit besonderen Anhangsdrüsen, welche die Leber und die Nieren darstellen.

9. Aehnliche Differenzirung des Geschlechtsapparates.

10. Allmähliche Complication des Auges, das in seiner vollkommensten Form eine Reihe von krystallhellen kegelförmigen Stäbchen darstellt, welche senkrecht zu dem durchsichtigen Cornealabschnitt des äusseren Chitinskeletes stehen, und deren innere Enden mit den Sehnerven der oberen Schlundganglien verbunden sind.

Durch solche Modificationen geht der Typus des einfachen Turbellars in denjenigen der höchsten *Arthropoden* über.

Von demselben Punkte aus gelangen wir, wenn das Mesoblast sich nicht deutlich segmentirt, wenn nur wenige, wahrscheinlich nicht mehr als drei Ganglienpaare sich bilden, wenn keine segmentirten Anhänge vorhanden sind, sondern das Hauptbewegungsorgan ein an der Neuralseite des Körpers liegender muskulöser Fuss ist, wenn statt des äusseren Chitinskeletes von einer besonders modificirten Stelle der hämalen Körperwand, welche man den Mantel nennt, eine Schale abgesondert wird, wenn das Schizocoel in einen Blutraum sich verwandelt, welcher nach aussen mündet durch ein Bojanus'sches Organ, das das Wassergefässsystem und die Segmen-

talorgane darzustellen scheint, und wenn zugleich mit diesen Veränderungen die Verdauungs-, Kreislaufs-, Athmungs-, Geschlechts- und Sinnesorgane besondere Charaktere annehmen, zum vollendeten *Molluskentypus*.

Von den Turbellarien ist der Uebergang zu den Tunicaten oder *Ascidien*, wenn auch nicht bewerkstelligt, so doch angedeutet, durch den *Balanoglossus*, der im Larvenzustande mit einer *Appendicularie* ohne Schwanz zu vergleichen ist. Andererseits nähert der geräumige Schlund der *Tunicaten* und der Tentakelkranz um ihre Mundöffnung mit dem unpaaren Ganglion sie den *Polyzoen (Bryozoen)*. In der Durchbrechung des Schlundes durch seitliche Oeffnungen, welche entweder direct oder durch Vermittlung einer Vorkammer nach aussen führen, gleichen die Tunicaten nur dem *Balanoglossus* und den *Wirbelthieren*. Das Achsenskelet des Schwanzes hat seine Parallele nur in der Chorda dorsalis der Wirbelthiere. In der Bildung des Herzens und dem regelmässigen Wechsel in der Richtung der Contractionen desselben stehen die Tunicaten allein. Die durchgängige Anwesenheit eines cellulosehaltigen Mantels ist eine auffallende Eigenthümlichkeit; aber um die anscheinende Seltsamkeit dieser Thatsache richtig beurtheilen zu können, muss man bedenken, dass Cellulose einen Bestandtheil des Chitins bildet. Endlich sind die kaulquappenähnlichen Larven vieler Ascidien nur mit den Cercarien der Trematoden einerseits und mit Wirbelthierlarven andrerseits zu vergleichen.

Einen andern, anscheinend sehr scharf gesonderten Typus bildet die umfangreiche Gruppe der *Echinodermen*.

Bei allen übrigen Metazoen, mit Ausnahme der *Poriferen* und *Coelenteraten*, ist der Bau des Körpers deutlich bilateral-symmetrisch, so dass die durch eine verticale Mittelebene geschiedenen Körperhälften einander ähnlich sind. Jegliche Störungen dieser Symmetrie, wie man sie bei manchen Arthropoden und vielen Mollusken findet, entstehen durch vorherrschende Entwicklung einer Hälfte. Allein bei einem Seeigel oder Seestern sind fünf oder mehr ähnliche Gruppen von Theilen um eine Längsachse angeordnet, welche an einem Ende den Mund, am andern den After trägt; es besteht eine radiäre Symmetrie, wie bei einer Seerose oder einer Rippenqualle. Trotzdem ergiebt sich bei näherer Betrachtung, dass diese radiäre Symmetrie, wie das auch bei den Actinien und Cteno-

phoren der Fall ist, niemals vollkommen ist, und dass der Körper in Wirklichkeit bilateral symmetrisch ist in Bezug auf eine Medianebene, welche eines der radiären Metameren der Länge nach schneidet.

Eine andere ausgesprochene Eigenthümlichkeit des Typus der Echinodermen besteht darin, dass sie im Allgemeinen, wenn auch vielleicht nicht durchgehends, ein System von »Wassergefässen« besitzen, das aus einem Ringcanal um den Mund besteht, von dem gewöhnlich Canäle ausgehen, die längs der Mittellinie der einzelnen ambulacralen Metameren verlaufen. Bei den typischen Echinodermen geben diese Canäle Verlängerungen ab, welche in gewisse Ausstülpungen der Körperwand, die »Saugfüsschen«, auch schlechthin »Füsschen« genannt, eintreten.

Alle Echinodermen besitzen ein inneres Kalkskelet.

In den diesen Thieren gewidmeten Capiteln werden wir sehen, dass sie als Modificationen des Turbellarientypus zu betrachten sind, welche entstanden sind durch eine eigenthümliche Reihe von Veränderungen im Endoderm und Mesoderm der Larve oder des Echinopaediums.

III. Die physiologische Differenzirung der Thiere und die morphologische Differenzirung ihrer Organe.

Als Maschinen zur Leistung gewisser Arten von Arbeit unterscheiden sich die Thiere in dem Maasse von einander, wie die Arbeit getheilt wird. Jede einzelne Gruppe von Thätigkeiten oder Functionen ist einem besondern Theile des Körpers zugewiesen, der dadurch zum Organ dieser Functionen wird, und der Umfang, in dem diese Theilung der physiologischen Arbeit erfolgt, ist innerhalb der Grenzen jedes einzelnen Bauplanes verschieden und bildet die Hauptursache der Verschiedenheit in der Ausbildung des gemeinsamen Bauplanes, die man unter den Gliedern einer Gruppe findet. Uebrigens erreichen gewisse Typen niemals denjenigen Grad der physiologischen Differenzirung wie andere.

So erreichen manche *Protozoen* eine ebenso hohe physiologische Complicirtheit wie die niederen *Metazoen*. Und trotz der Vielzahl seiner Theile ist kein Echinoderm eine so hoch differenzirte physiologische Maschine wie eine Schnecke.

Eine Mühle mit zehn Gängen braucht keine complicirtere Ma-

schine zu sein als eine Mühle mit einem Gang; aber wenn eine Mühle zwei Gänge hat, einen für grobes und einen für feines Mehl, welche so angelegt sind, dass das Mehl von einem Gang auf den andern gelangt, dann ist sie eine complicirtere Maschine — eine Maschine höherer Ordnung — als eine mit zehn gleichen Gängen. Es bedingt, mit andern Worten, nicht blos die Vermehrung der Organe die physiologische Differenzirung, sondern an erster Stelle die Vermehrung der Organe für verschiedene Functionen, und an zweiter Stelle der Grad, in dem sie zur Erreichung eines gemeinsamen Zieles einander coordinirt sind. So ist vom physiologischen Gesichtspunkte ein Hummer ein höheres Thier als ein *Cyclops*, nicht, weil er mehr unterscheidbare Organe besitzt, sondern weil diese Organe so gebaut sind, dass sie mannichfaltigere Functionen zu versehen im Stande sind, während sie sämmtlich durch ein wohl entwickeltes Nervensystem und Sinnesorgane derartig coordinirt sind, dass sie zur Erhaltung des Thieres zusammenwirken. Dagegen ist es unmöglich, zu sagen, dass z. B. die *Arthropoden* physiologisch höher ständen als die *Mollusken*, da die einfachsten Vertreter des Arthropodentypus physiologisch minder differenzirt sind als die grosse Mehrzahl der Mollusken.

Ich will jetzt kurz angeben, wie die physiologische Differenzirung in den verschiedenen Gruppen der Organe des Körpers bei den Metazoen geschieht.

Das Integument. — Bei den niedersten *Metazoen* sind das Integument und das Ektoderm identisch; allein sobald sich das Mesoderm entwickelt, wird die Schicht des Mesoderms, welche mit dem Ektoderm in Berührung steht, virtuell zu einem Theile des Integuments; bei allen höheren Thieren wird es als *Dermis (Enderon)* unterschieden, während die Ektodermzellen die *Epidermis (Ekderon)* bilden. Bindegewebe und Muskeln entwickeln sich ausschliesslich im Enderon, während aus der Epidermis alle cuticularen und zelligen Theile des äusseren Skeletes und alle Drüsen des Integumentes entstehen. Die letzteren sind immer Einstülpungen der Epidermis. Die harten schützenden Skelete sind bei allen wirbellosen *Metazoen*, mit Ausnahme der *Poriferen*, der *Actinozoen*, der *Echinodermen* und der *Tunicaten*, Cuticularbildungen, in denen Kalksalze, welche an der äussern Fläche der Epidermiszellen sich bilden, abgelagert werden können.

Bei den *Poriferen* findet die Ablagerung von Kalk- oder Kieselsubstanz innerhalb des Ektoderms selbst statt; dasselbe geschieht wahrscheinlich in grösserem oder geringerem Maasse auch bei den *Actinozoen*. Bei den mit einem Mantel versehenen *Tunicaten* scheint es eine Bildung sui generis zu sein, bestehend aus einer vom Ektoderm ausgeschiedenen gallertigen Grundsubstanz, in der sich vom Ektoderm losgelöste Zellen theilen, vermehren und eine Celluloseablagerung herbeiführen. Der Mantel kann die Structur von Knorpel und selbst von Bindegewebe annehmen. Nur bei den Wirbelthieren bilden sich durch Verhornung und Verklebung von Epidermiszellen harte äussere Skelettheile.

Bei den *Actinozoen* und den *Echinodermen* ist das harte Skelet, wenn auch vielleicht nicht ganz, so doch der Hauptsache nach das Ergebniss der Verkalkung von Elementen des Mesoderms. Bei einigen Mollusken verwandeln sich Theile des Mesoderms in echten Knorpel, während das Enderon des Integuments oft der Sitz von Kalkablagerungen ist. Das innere Skelet und das äussere Hautskelet der Wirbelthiere sind zellige (Knorpel, Chorda dorsalis) oder faserige (Bindegewebe) Modificationen des Mesoderms, die auch verkalken können (Knochen, Dentin). Der Schmelz der Zähne stammt nach den neueren Untersuchungen vom Ektoderm her.

Der Verdauungsapparat. — Von dem einfachen Magensack der *Hydra* oder der afterlosen *Turbellarien* kommen wir zu dem schlauchförmigen Darmcanal der mit After versehenen Turbellarien. Bei den *Rotiferen* und *Polyzoen (Bryozoen)* besteht eine ausgesprochene Scheidung in Mundhöhle, Schlund, Speiseröhre, Magen und Enddarm, und bei der Mehrzahl der höheren Wirbellosen finden sich deutliche Speichel-, Leber- und Harndrüsen, während nicht selten in der Gegend des Endes des Darmcanales Drüsen auftreten, welche eine riechende oder farbige Flüssigkeit absondern.

Die Mund- und Magenregion sind bei vielen Wirbellosen mit Cuticularzähnen bewaffnet; Zähne aber, welche durch Verkalkung von papillären Erhebungen des den Mund auskleidenden Enderons entstehen, sind auf die Wirbelthiere beschränkt, wenn nicht etwa, wie es wahrscheinlich ist, die Zähne der Echiniden einen ähnlichen Ursprung haben.

Die die Mundhöhle auskleidende Membran kann bei vielen Wirbellosen als Rüssel vorgestülpt werden. Die Ränder des Mundes

können sich zu Falten erheben und mit Cuticulartafeln bewaffnet sein. Bei den Wirbelthieren sind die Kiefer solche Falten, welche von einem innern knorpeligen Skelet, das zu dem System der Visceralbögen gehört, oder von Knochen, die sich darin oder darum entwickeln, gestützt werden; was man dagegen bei den *Arthropoden* gewöhnlich Kiefer nennt, sind modificirte Gliedmassen.

Das Blut und der Kreislaufsapparat. — Bei den *Coelenteraten* steht die Leibeshöhle oder das Enterocoel in offenem Zusammenhang mit der Verdauungshöhle und communicirt nicht selten durch andere Oeffnungen mit der Aussenwelt. Die Flüssigkeit, welche dieselbe enthält, vertritt das Blut; sie wird durch Contractionen des Körpers und sehr häufig durch Wimpern, welche sich an dem das Enterocoel auskleidenden Endoderm bilden, bewegt. Bei den *Turbellarien*, *Trematoden* und *Cestoden* sind die Lücken des Mesoderms und die Interstitialflüssigkeit seiner Gewebe die einzigen Vertreter eines Blutgefässsystemes. Wahrscheinlich stehen diese in directer Verbindung mit den Endverzweigungen des Wassergefässsystems. Bei den *Rotiferen* trennt eine geräumige Leibeshöhle das Mesoderm in zwei Schichten, die *Splanchnopleura (Darmfaserplatte)*, welche das Enderon des Darmcanales bildet, und die *Somatopleura (Hautfaserplatte)*, welche das Enderon des Integumentes bildet. In diese Höhle münden die letzten Ausläufer der Wassergefässe. Bei den *Anneliden* besteht eine ähnliche Leibeshöhle, welche in derselben Weise mit den Segmentalorganen in Zusammenhang steht; allein bei den meisten ist ausserdem ein System von Canälen mit contractilen Wandungen vorhanden, das in einigen Fällen in offener Verbindung mit der Leibeshöhle steht, meistens aber gegen dieselbe abgeschlossen ist. Diese Canäle sind von einer klaren, gewöhnlich nicht mit Zellen versehenen Flüssigkeit erfüllt, welche roth oder grün sein kann, und bilden das Pseudhämalgefässsystem. Die Flüssigkeit, welche die Leibeshöhle erfüllt, enthält kernhaltige Zellen oder besitzt die Charaktere des Blutes. Wahrscheinlich stellt die Flüssigkeit der Pseudhämalgefässe, da sie einen dem Hämoglobin ähnlichen Körper enthält, eine Art respiratorisches Blut dar.

Bei den *Arthropoden* sind keine Segmentalorgane und Pseudhämalgefässe bekannt. Bei den niedersten Formen stellen die Leibeshöhle und die Gewebslücken das ganze Blutgefässsystem dar, und ihr flüssiger Inhalt besteht aus farblosem Blut. Bei den höheren

Formen tritt ein mit Klappen versehenes Herz mit Arterien und Capillaren auf, das Venensystem dagegen bleibt noch mehr oder minder auf Lacunen beschränkt. Bei den *Mollusken* kann man dieselbe allmähliche Differenzirung des Blutgefässsystems beobachten. Bei vielen, wenn nicht bei allen, communiciren die Bluträume direct mit der Aussenwelt durch die »BOJANUS'schen Organe«, welche wie sehr einfache Segmentalorgane aussehen und immer mit dem Harnapparat verbunden zu sein scheinen.

Unter den *Wirbelthieren* hat *Amphioxus* ein System von Blutgefässen mit contractilen Wandungen, kein gesondertes Herz. Bei allen andern Wirbelthieren ist ein Herz vorhanden mit mindestens drei Abtheilungen *(Sinus venosus, Atrium, Ventriculus)*, Arterien, Capillaren und Venen und ein mit den Venen zusammenhängendes Lymphgefässsystem. Die Lymphflüssigkeit besteht aus einem farblosen Plasma mit gleichfalls farblosen kernhaltigen Körperchen; das Blutplasma enthält ausserdem rothe Körperchen, welche bei den Ichthyopsiden und Sauropsiden Kerne besitzen, bei den Säugethieren nicht. Die Lymphgefässe communiciren immer mit den Lücken der Gewebe und sind bei den niederen Wirbelthieren selbst grossentheils unregelmässige Sinusse. Das Venensystem besitzt bei den niedern Wirbelthieren viele grosse Sinusse, bei den höhern Formen aber sind diese meistens durch wohlausgebildete Gefässe mit musculösen Wandungen ersetzt. Dagegen bleiben in den »serösen Höhlen« ungeheuere Lymphräume bestehen. In den Lymphgefässen und in den Venen treten Klappen auf, und das Herz wird derartig abgetheilt, dass nach und nach eine vollständige Trennung zwischen dem Körperkreislauf und dem die Athmungsorgane versorgenden erfolgt.

Die Athmungsorgane. — Bei den niederen *Metazoen* besorgt die ganze Körperoberfläche die Athmung. Bei den *Anneliden* entstehen aus Fortsätzen des Integumentes, die bisweilen verästelt und gewöhnlich reich bewimpert und mit Pseudhämalgefässen versehen sind, K i e m e n. Reich mit Blutgefässen versorgte, aber niemals wimpernde Kiemen erreichen eine hohe Entwicklung bei den *Crustaceen.* Für die Zuführung frischen Wassers ist durch ihre Befestigung an einigen der Beine gesorgt; bei den höheren Crustaceen dient einer der Mundanhänge, die zweite Maxille, als accessorisches Athmungsorgan. Obwohl eigentlich für die Wasserathmung eingerich-

tet, verwandeln sie sich bei den Landkrabben in luftathmende Organe, indem sie von einer grossen, vom Panzer gebildeten Kammer geschützt und feucht erhalten werden.

Bei manchen *Mollusken* (z. B. den *Pteropoden*) dient die zarte, die Mantelhöhle auskleidende Membran als Athmungsorgan, bei den meisten aber bilden verästelte oder blattartige Fortsätze des Körpers besondere Kiemen. Der Mantel wird zu einem accessorischen Athmungsorgan, indem er Wasserströme über die in seinem Hohlraume enthaltenen Kiemen leitet. Bei vielen geschwänzten *Amphibien (Perennibranchiaten)* und bei den Embryonen aller *Amphibien* und vieler *Fische* sind ähnliche reich mit Blutgefässen ausgestattete Kiemen an einer grössern oder geringern Anzahl von Visceralbögen angebracht.

In allen diesen Fällen sind die Kiemen äussere und vom Integument gebildet. Bei Crustaceen und Mollusken fliesst das Blut, das sie versorgt, zum Herzen hin, während es bei den eben erwähnten Wirbelthieren vom Herzen herkommt. Die allmähliche Vervollkommnung des Athmungsapparates besteht also erstens in dem Hervorwachsen von Theilen des Integumentes, welche besonders dazu eingerichtet sind, den Gasaustausch zwischen dem Blut und dem umgebenden Medium zu vermitteln; zweitens in der Vergrösserung der Oberfläche der Kiemen, wodurch dieselben befähigt werden, ihre Arbeit schneller zu leisten; drittens in der Entwicklung von accessorischen Organen, durch welche ein regelmässiger und beständiger Wasserstrom über die Kiemen geleitet und je nach Bedürfniss verstärkt oder vermindert werden kann.

Wahrscheinlich dienen die Wassergefässe und die Segmentalorgane der *Turbellarien*, die Analschläuche der *Gephyreen* und einiger *Holothurien*, die Ambulacralbläschen der *Echinodermen* und die geräumige Schlundhöhle der *Polyzoen (Bryozoen)* in grösserem oder geringerem Maasse der Athmung und bilden innere Athmungsorgane.

Bei den *Myriapoden* und *Insecten* stellen die *Tracheen* — Röhren, welche an der Oberfläche des Körpers münden und Luft enthalten und eine merkwürdige Aehnlichkeit in ihrer Verbreitung mit den Wassergefässen der Würmer besitzen — einen sehr vollkommenen inneren Luftathmungsapparat dar.

Bei den *Arachniden* können entweder Tracheen allein vorhanden sein oder in Begleitung von gefalteten Lungensäcken, oder auch

es können die letzteren allein vorhanden sein, wie beim Skorpion. In diesem Falle werden diese Lungen von Blut versorgt, welches vom Herzen herfliesst.

Bei diesen Thieren wird das Zu- und Abströmen der Luft in diesen Hohlräumen durch Contractionen von Muskeln des Körpers bewerkstelligt, welche so angebracht sind, dass sie deren senkrechte und Längsdurchmesser verändern. Bei den höheren Formen wird der Ein- und Austritt der Luft durch Klappen geregelt, welche an den äusseren Mündungen *(Stigmata)* der Tracheen angebracht und mit Muskeln versehen sind, durch die sie geschlossen werden können.

Bei den *Enteropneusten* und den *Tunicaten* tritt eine neue Gestalt des innern Wasserathmungsapparates auf. Der weite Schlund wird von seitlichen Oeffnungen durchbrochen und dadurch sein Hohlraum mit der Aussenwelt in Verbindung gesetzt; durch diese Kiemenspalten wird das durch den Mund aufgenommene Wasser hindurchgetrieben und giebt dort seinen Sauerstoff an das Blut ab, das in den Zwischenräumen der Spalten circulirt.

Der Athmungsapparat des *Amphioxus*, aller *Fische* im ausgebildeten Zustande und der Kaulquappen der höheren ungeschwänzten *Amphibien* in einem gewissen Stadium ihrer Entwicklung ist im Wesentlichen ähnlich beschaffen. Der accessorische Athmungsapparat zur Erhaltung und Regelung der die Kiemen bestreichenden Wasserströme wird von den Visceralbögen und deren Muskeln geliefert; das Kiemenblut kommt vom Herzen her.

Bei manchen *Mollusken*, welche auf dem Lande leben *(Pulmogastropoda)*, ist die den Mantel überziehende Membran gefaltet und sehr gefässreich und vermittelt die Lüftung des venösen Blutes, das sie auf seinem Wege zum Herzen durchsetzt. Die Lunge ist hier eine Umbildung des Integumentes und könnte als *äussere Lunge* bezeichnet werden. Die Lungen der luftathmenden *Wirbelthiere* sind dagegen Ausstülpungen des Darmcanales hinter den letzten Visceralbögen. Sie erhalten ihr Blut aus dem hintersten Aortenbogen; es fliesst also vom Herzen her. Die allmähliche Vervollkommnung dieser Lungen als Athmungsapparat wird erreicht erstens durch die Vergrösserung der Oberfläche, auf der sich das den Lungen zugeführte venöse Blut verbreitet; zweitens durch Veränderungen in den Wandungen des Hohlraums, in welchen die Lungen liegen, wodurch dieser Hohlraum nach und nach gegen die Peritonealhöhle ab-

geschlossen und durch eine musculöse Scheidewand von ihr getrennt wird. In Verbindung mit diesen Umbildungen findet eine Reihe von Veränderungen in dem accessorischen Athmungsapparate statt, wodurch der Inspirationsmechanismus, der bei den niederen Wirbelthieren eine Druckpumpe darstellt, welche in derselben Weise Luft in die Lungen treibt, wie sonst das Wasser durch die Kiemen, durch eine vom Brustkorbe gebildete Saugpumpe ersetzt wird, welche durch Entfernung der Wandungen der geschlossenen Höhle, in der die Lungen liegen, Luft in diese hineinzieht. Gleichzeitig mit diesen Veränderungen finden Umbildungen des Herzens statt, vermöge deren die eine Hälfte seiner gesammten mechanischen Kraft nach und nach ausschliesslich dazu verwendet wird, das Blut durch die Lungen hindurchzutreiben. Die Bezeichnung »doppelter Kreislauf« für die Bahn des Blutes bei den höchsten Wirbelthieren ist jedoch zu verwerfen: bei den höchsten wie bei den niedersten Wirbelthieren vollführt das Blut nur einen Kreislauf, und das Athmungsorgan ist in den vom Herzen wegfliessenden Strom eingeschaltet.

Viele Thiere sind amphibisch im eigentlichen Sinne, indem sie gleichzeitig Wasser- und Luftathmungsorgane besitzen. So tragen unter den Mollusken *Ampullaria* und *Onchidium* Kiemen und Lungen. Bei vielen *Teleostiern* ist die Auskleidung der erweiterten Kiemenhöhle sehr gefässreich und im Stande, der Luftathmung zu dienen. Bei den *Ganoiden* und den *Teleostiern* ist sehr häufig eine Schwimmblase vorhanden, welche sowohl functionell wie morphologisch dasselbe ist wie eine Lunge. Bei der Mehrzahl der Teleostier aber hat die Schwimmblase ihre Function als Athmungsorgan eingestellt und dient mechanischen Zwecken, nämlich zur Veränderung des specifischen Gewichtes des Körpers. Andererseits liegt bei den *Ganoiden* und *Dipnoern* die ganze Reihe von Umbildungen vor, durch welche die Schwimmblase in die Lunge übergeht. Bei den niedern *Amphibien*, wie *Proteus* und *Menobranchus* ist die Kiemenathmung vorherrschend, und die Lungen dienen nur zur Aushülfe; bei den höheren erhalten die Lungen dagegen grössere Wichtigkeit, während die Kiemen zurückgehen und schliesslich verschwinden.

Das uropoëtische System. — Vom Darmcanal gesonderte harnbereitende Organe stellen wahrscheinlich das Wassergefässsystem und die Segmentalorgane der Würmer dar. Die »Bojanus'schen Or-

Organe« der Mollusken sind Säcke oder Schläuche, welche einerseits nach aussen, andrerseits in einen Theil des Blutgefässsystems münden. Soweit gleichen sie, wie GEGENBAUR dargethan hat, den Segmentalorganen der Anneliden. Bei der Mehrzahl der Mollusken steht ein Theil der Wandung des BOJANUS'schen Organes in naher Beziehung zum Venensystem in der Nähe des Herzens, und hier werden die stickstoffhaltigen Auswurfsstoffe des Körpers aus dem Venenblut ausgeschieden. Bei den Wirbelthieren ist der Harnapparat nach demselben Princip gebaut. Reduciren wir der Einfachheit halber eine Säugethierniere auf einen Harnleiter mit einem einzigen Harncanälchen, so entspricht sie einem BOJANUS'schen Organ, insofern sie einen an einem Ende nach aussen mündenden, am andern Ende mit einem Gefässgeflechte — den MALPIGHI'schen Körperchen — in inniger Verbindung stehenden Hohlraum besitzt. Bei dem erwachsenen Säugethier besteht kein directer Zusammenhang zwischen dem Harnleiter und dem Blutgefässsystem. Da indessen durch neuere Untersuchungen nachgewiesen ist, dass der Harnleiter durch Spaltung des WOLFF'schen Ganges entsteht, und dass der WOLFF'sche Gang ursprünglich ein Divertikel der Leibeshöhle ist und längere oder kürzere Zeit (bei einigen niedern Wirbelthieren wie Myxine dauernd) damit in Verbindung bleibt; da ferner gezeigt ist, dass die Leibeshöhle direct mit den Lymphräumen und folglich indirect mit den Venen communicirt, so ist die Niere der Wirbelthiere das letzte Ergebniss der Umbildung eines Organes, dessen Urtypus in den BOJANUS'schen Organen der Mollusken und den Segmentalorganen der Anneliden zu suchen ist, oder, wenn wir noch weiter gehen wollen, in dem Wassergefässsystem der Turbellarien. Dieses aber ist in seiner einfachsten Form den complicirteren Zuständen der contractilen Vacuole der Protozoen so ähnlich, dass man wol kaum die Analogie zu weit treibt, wenn man die letztere als die Urform des harnbereitenden sowohl wie des inneren Athmungsapparats betrachtet.

Das Nervensystem. — Ein Nerv ist im Wesentlichen ein bestimmter Zug von lebender Substanz, durch den die in irgend einem Theile des Organismus stattfindenden molecularen Veränderungen an einen andern hingeleitet werden und auf diesen eine Wirkung ausüben. Wenn z. B. in dem einfachen Protoplasmakörper eines Protozoons ein Reiz von einer Stelle des Körpers längs eines

besondern Protoplasmazuges leichter fortgepflanzt würde als von einem andern Theile aus, so würde dieser Zug ein virtueller Nerv sein, wenn er auch keine optischen oder chemischen Eigenschaften besitzt, die uns gestatten, ihn von dem übrigen Protoplasma zu unterscheiden.

Es ist wichtig, diese Definition des Nerven klar vor Augen zu haben, wenn man die Frage erörtert, ob die niedersten Thiere Nerven besitzen oder nicht. Mit den Untersuchungsmitteln, über die wir augenblicklich verfügen, lässt sich nun allerdings nichts Derartiges zur Anschauung bringen; allein wer einmal die Bewegungen einer *Colpoda* oder noch besser die einer *Vorticella* beobachtet hat, wird wahrscheinlich Bedenken tragen, in Abrede zu stellen, dass diese Thiere einen Apparat besitzen, vermittels dessen äussere Anstösse localisirte und coordinirte Bewegungen hervorrufen. Und wenn wir erwägen, dass die wesentlichen Elemente des höchsten Nervensystems — die Fibrillen, in welche die Achsencylinder zerfallen — Fäden von äusserster Feinheit sind, ohne jede bestimmte Structur oder sonstige Merkmale, und dass das Nervensystem von Thieren nur dadurch sichtbar wird, dass diese Fäden zu Nervenfasern und Nerven zusammentreten, so werden wir zugeben, dass ebenso gute morphologische wie physiologische Gründe vorhanden sind, anzunehmen, dass schon sehr weit unten im Thierreich und möglicher Weise sogar bei Pflanzen ein Nervensystem besteht.

Die Untersuchungen von KLEINENBERG, von deren Richtigkeit man sich leicht überzeugen kann, haben gelehrt, dass bei *Hydra* die inneren Enden der Ektodermzellen in zarte Fortsätze auslaufen, welche schliesslich in sehr feine, eine Schicht zwischen dem Ektoderm und dem Endoderm bildende Längsfäden übergehen. KLEINENBERG nennt dieselben »Neuromuskelelemente« und meint, sie stellten Nerven und Muskeln zugleich in noch nicht differenzirtem Zustande dar. Allein mir scheint die angenommene Contractilität dieser Fasern zwar die Verkürzung des Polypenkörpers zu erklären, dagegen mit dessen Verlängerung nichts zu thun zu haben. Da aber die letztere Bewegung mindestens ebenso kräftig ist wie die erstere, so sind wir gezwungen, den gesammten Bestandtheilen des Körpers eine hinlängliche Contractilität zuzuschreiben, um sie zu erklären. Wenn das aber der Fall ist, was haben wir dann für Gründe, anzunehmen, dass bei der Verkürzung des Körpers diese Contractionsfähigkeit nur von einem Gewebe ausgeübt werde? Mir ist es wahr-

scheinlicher, dass die »KLEINENBERG'schen Fasern« nur eine leitende Function besitzen, also die ursprünglichste Form eines Nerven sind. Die Verlängerungen der Ektodermzellen haben in der That eine auffallende Aehnlichkeit mit denen der Zellen des Olfactorius und anderer Sinnesnerven bei den Wirbelthieren; wahrscheinlich sind sie die Bahnen, welche die die Ektodermzellen treffenden Reize nach andern Zellen hinleiten und diese zu Contractionen anregen.

Die Untersuchungen von EIMER[1]) über das Nervensystem der *Ctenophoren* stehen mit dieser Auffassung völlig im Einklang. Das Mesoderm wird in allen Richtungen von sehr feinen Fibrillen, deren Durchmesser zwischen 0.0008 und 0.002 mm schwankt, durchzogen. Diese Fibrillen besitzen zahlreiche kleine Varicositäten und stellenweise grössere Anschwellungen, welche Kerne enthalten, jeder mit einem grossen und stark lichtbrechenden Nucleolus. Diese Fibrillen haben einen geraden Verlauf, verzweigen sich dichotomisch und gehen in noch feinere Fäden aus, welche sich gleichfalls theilen, aber nicht kleiner werden. Sie endigen theils in Ganglienzellen, theils in Muskelfasern, theils in den Zellen des Ektoderms und Endoderms. Viele von den Nervenfibrillen verlaufen der Länge nach unter der Mitte jeder Rippe, und diese sind von Ganglienzellen begleitet, welche besonders gegen das aborale Ende jeder Rippe hin zahlreich werden. Die acht Bänder treffen sich in einem centralen Tractus am aboralen Pole des Körpers; EIMER bezweifelt jedoch die nervöse Natur der Zellenmasse, welche unter dem Gehörbläschen liegt und die Augenflecken trägt.

Das Nervensystem der Ctenophoren ist also gerade so beschaffen, wie es bei Hydra sein würde, wenn durch Entwicklung eines mächtigen Mesoderms die KLEINENBERG'schen Fasern getrennt und verlängert würden und besondere Züge von solchen Fasern, die sich im Zusammenhang mit den Haupt-Locomotionsorganen entwickelten, sich in einem direct mit den höheren Sinnesorganen verbundenen centralen Tractus vereinigten. Kurz wir haben hier virtuell, wenn auch noch unvollkommen differenzirt, Gehirn und Nerven.

Alle neueren Forschungen führen uns mehr und mehr zu folgenden Schlüssen: 1) die centralen Ganglien des Nervensystems stammen bei allen Thieren vom Ektoderm ab; 2) alle Sinnesnerven endigen in Ektodermzellen; 3) alle motorischen Nerven endigen in

1) Zoologische Studien auf Capri. Leipzig 1873.

der Substanz der Muskelfasern, zu denen sie treten. Das Nervensystem ist also bei den höchsten Thieren im Wesentlichen demjenigen der niedersten ähnlich; der Unterschied besteht theils in der verhältnissmässigen Grösse der Nervencentren, theils darin, dass die leitenden Fasern zu Bündeln von bestimmter Anordnung, den *Nerven* im gewöhnlichen anatomischen Sinne, zusammentreten.

Und was die Ektodermzellen betrifft, welche den Grundbestandtheil der speciellen Sinnesorgane bilden, so stellt sich heraus, dass, je vollkommener der Sinnesapparat, um so vollständiger diese Sinneszellen die Form von zarten Stäbchen oder Fäden annehmen. Mögen wir die Organe der Seitenlinie der Fische und Amphibien, die Geschmacksknospen, die Riechzellen, die Hörzellen oder die Elemente der Retina betrachten, überall gilt diese Regel.

Jedes höhere Sinnesorgan tritt in der Thierreihe als ein Theil des Ektoderms auf, dessen Zellen ein wenig umgestaltet sind. Beim Auge treten zunächst accessorische Gebilde, bestehend aus verschiedenfarbigen Pigmentmassen, welche die Sehzellen umgeben, und aus einem durchsichtigen, das Licht brechenden Cuticular- oder Zellengebilde, das an der Oberfläche derselben liegt — einer rudimentären Choroidea und Hornhaut — hinzu. Die höchste Form des zusammengesetzten Arthropodenauges unterscheidet sich hiervon nur durch die Differenzirung der Sinneszellenschicht zu Krystallkegeln und deren Anhängen, und es ist noch nicht ausgemacht, ob die einfachen Augen der meisten andern Wirbellosen eine weitere Veränderung erfahren haben.

Bei *Nautilus* kleiden die Nervenzellen und die Choroidea die Wände einer nach aussen offenen Grube aus, von der man wol annehmen darf, obwohl man ihre Entwicklung noch nicht verfolgt hat, dass sie durch eine Einstülpung des retinalen Ektoderms entsteht. Sie lässt sich mit einem Arthropodenauge vergleichen, das, statt convex zu sein, concav geworden ist.

Bei den höhern *Cephalopoden* verwachsen die Ränder der Augentasche und bilden eine echte Cornea, die jedoch häufig durchbohrt bleibt; auch eine Krystalllinse entwickelt sich. Auch bei den Wirbelthieren ist die Retina noch ein modificirter Theil des Ektoderms. Denn da die vordere Gehirnblase sich durch Einstülpung des Epiblasts bildet und die Augenblase ein Divertikel der vordern Gehirnblase ist, so muss nothwendig die äussere Wand der Augenblase ein Theil des Ektoderms sein, während ihre Innenfläche mor-

phologisch ein Theil der Körperoberfläche ist. Die Stäbchen und Zapfen des Wirbelthierauges entsprechen also genau den Krystallkegeln etc. des Arthropodenauges, und die Umkehrung der Enden, welche bei den Wirbelthieren dem Lichte zugewandt sind, ist eine nothwendige Folge der eigenthümlichen Lagenveränderung, welche die Retinaoberfläche erfährt.

In dem Theil des Ektoderms, welcher die Gehörfunction übernimmt, entwickeln sich zwei Arten von accessorischen Organen, in einer Flüssigkeit schwebende feste Theilchen und feine haarartige Fäden, in inniger Beziehung zu den Nervenendigungen. Bei den *Crustaceen* kommen beide zusammen vor, und es findet eine Einstülpung der Sinnesregion statt, welche gewöhnlich zeitlebens offen bleibt und die rudimentärste Form des Ohrlabyrinths darstellt. Das Crustaceenohr bildet eine Parallele zum Nautilusauge. Bei den *Wirbelthieren* ist das häutige Labyrinth gleichfalls eine Einstülpung des Integuments, die bei vielen Fischen zeitlebens offen bleibt, allein bei allen höhern Wirbelthieren durch mächtige Mesoblastgebilde verschlossen und umgeben wird. Das Trommelfell und die Gehörknöchelchen sind weitere accessorische Gebilde; sie entstehen auf Kosten der Hyomandibularspalte und ihrer Wandungen.

Das Fortpflanzungssystem. — Die Beziehung der Fortpflanzungselemente zu den Keimblättern ist noch zweifelhaft. E. VAN BENEDEN hat es sehr wahrscheinlich gemacht, dass bei *Hydractinia* die Spermatozoen umgebildete Ektodermzellen, die Eier umgebildete Endodermzellen sind. Allein ob man nun folgern kann, dass dieses Verhältniss für die Thiere überhaupt gilt, ist eine Frage, die sich erst nach vielen schwierigen Untersuchungen entscheiden lassen wird. Die Thatsache, dass bei den Wirbelthieren die Eier und Spermatozoen Erzeugnisse der Epithelialauskleidung der Leibeshöhle sind, also vom Mesoblast herstammen, scheint auf den ersten Blick von vornherein jede solche Verallgemeinerung auszuschliessen. Allein man muss bedenken, dass die Herkunft des Mesoblasts selbst noch zweifelhaft ist und recht wohl ein Theil dieser Schicht im Ektoderm, ein anderer im Endoderm seinen Ursprung haben kann.

Es ist einigermassen wahrscheinlich, dass der Geschlechtsapparat ursprünglich hermaphroditisch gewesen und die Getrenntgeschlechtlichkeit die Folge der Verkümmerung der Organe des einen Geschlechtes ist, beim Männchen des weiblichen und umgekehrt.

Schon sehr tief unten in der Thierreihe, bei den *Turbellarien*, erlangen die accessorischen Fortpflanzungsorgane eine hohe Complicirtheit. Bei den niederen *Turbellarien* ist der Ausführungsgang nur ein kurzer weiter Canal. Bei den höheren *Turbellarien* und den *Trematoden* aber besitzt der weibliche Apparat einen Keimstock, in dem die Eier sich entwickeln, Dotterstöcke, welche einen Ergänzungs- oder Nahrungsdotter liefern, einen Eileiter, einen Uterus mit einer Vagina und eine Samentasche, welche zur Aufnahme des Samens dient. Der männliche Apparat besteht aus einem Hoden, einem Samenleiter und einem Begattungsorgan. Die Function des Dotterstockes kann von den Zellen des Eierstockes oder des Eileiters übernommen werden, oder es kann accessorische Dottermasse sich innerhalb des Eies selbst bilden, so bei den *Arthropoden* und den meisten *Mollusken*; allein bei allen diesen Thieren lassen sich die Fortpflanzungsorgane auf den Turbellarientypus zurückführen.

Bei den *Anneliden (Oligochaeten* und *Polychaeten)* haben die Eierstöcke und Hoden oftmals keine besondern Ausführungsgänge, sondern ihre Erzeugnisse gelangen nach aussen durch Canäle, welche umgebildete Segmentalorgane zu sein scheinen.

Bei den *Wirbelthieren* platzen entweder die Fortpflanzungsorgane und ergiessen ihren Inhalt in die Leibeshöhle, von wo derselbe durch Abdominalporen ausgeführt wird (*Marsipobranchier* und viele *Teleostier)*, oder sie hängen mit Gängen zusammen, welche bei den Weibchen getrennt von den Harnleitern, bei den Männchen mit diesen vereinigt hinter dem After ausmünden (Mehrzahl der *Teleostier*); oder ihre Ausführungsgänge leiten sich von Theilen des primitiven Harnapparates her, der, wie wir gesehen haben, ein Gebilde gleicher Art ist wie die Bojanus'schen Organe und die Segmentalorgane. Der Hode ist gewöhnlich in eine Masse von Schläuchen verwandelt, welche direct in die von den Harnorganen stammenden Gänge (Nebenhode. Samenleiter) münden. Der Eierstock andrerseits wird zu einem Haufen von Säcken — den Graaf'schen Follikeln —, und die Eileiter münden in die Leibeshöhle.

Entwicklung. — Der Embryo durchläuft entweder alle Stadien von der Morula bis zu einem vom ausgebildeten Thier nur in seiner Grösse, seinen Verhältnissen und den Geschlechtscharakteren verschiedenen Zustande, oder er verlässt das Ei in einer dem ausgebildeten Zustande mehr oder minder unähnlichen, manchmal so-

gar davon sehr abweichenden Gestalt. Im letzteren Falle sagt man, das Thier erfahre eine **Metamorphose**. Beide Entwicklungsweisen kommen bei Gliedern derselben Gruppe, oft bei ganz nahe verwandten Formen vor: so z. B. die erstere beim Flusskrebs *(Astacus)*, die letztere beim Hummer *(Homarus)*.

Wo eine Metamorphose vorkommt, kann die Larve unter ganz andern Verhältnissen leben als das ausgebildete Thier, und diesen Verhältnissen entsprechend kann auch ihr Bau modificirt werden. So kann die Larve eines Thieres, das im ausgebildeten Zustande festsitzt, mit stark entwickelten Bewegungsorganen ausgerüstet sein, und die Larve eines Thieres, das im ausgebildeten Zustande seine Nahrung einsaugt, mit einem mächtigen Apparat zum Fangen und Zerkauen pflanzlicher und thierischer Stoffe.

Die Larve eines im fertigen Zustande freilebenden Thieres kann schmarotzen oder die eines im fertigen Zustande schmarotzenden Thieres frei leben und lebhafter Bewegungen fähig sein. Ferner kann die ganze Entwicklung ausserhalb des mütterlichen Körpers oder gänzlich oder theilweise innerhalb desselben erfolgen; danach unterscheidet man *ovipare, ovovivipare* und *vivipare* Thiere.

Wenn endlich die Entwicklung innerhalb des mütterlichen Körpers erfolgt, so kann dem Fötus von diesem Nahrung zugeführt werden mittels eines als *Placenta* bezeichneten Organs, das einen Austausch zwischen dem mütterlichen und fötalen Blute besorgt. Solche Placenten kommen nicht nur bei den höheren Säugethieren, sondern auch bei einigen Plagiostomen und bei den *Tunicaten* vor.

Bei vielen Insecten und den höheren Wirbelthieren erhält der Embryo eine schützende Hülle, das *Amnion*, das bei der Geburt abgeworfen wird, während bei vielen Wirbelthieren ein anderer fötaler Anhang, die *Allantois*, die Athmung und Ernährung des Fötus besorgt.

Die eigenthümlichen, unter der Bezeichnung Generationswechsel zusammengefassten Erscheinungen, welche darin bestehen, dass sich der Embryo, der das Ei verlässt, durch Knospung oder auf andere Weise in eine Reihe von selbständigen Zooiden theilt, von denen nur das letzte Geschlechtsorgane erlangt, sind bereits im Allgemeinen erörtert worden.

IV. Die Verbreitung der Thiere.

Die Verbreitung der Thiere ist nach zwei Gesichtspunkten zu betrachten, einmal in Bezug auf den gegenwärtigen Zustand der Natur und dann in Bezug auf vergangene Zustände. Das Erste wird gewöhnlich als die geographische, das Zweite als die geologische oder paläontologische Verbreitung bezeichnet. Ein wenig Ueberlegung lehrt jedoch, dass diese Eintheilung der Thatsachen der Verbreitung im Grunde durchaus unrichtig ist, da viele von den zur zweiten Kategorie gerechneten Thatsachen ganz derselben Art sind wie die der ersten. Die zoologische Verbreitung umfasst alle Thatsachen, welche auf das Vorkommen von Thieren auf der Erdoberfläche während der ganzen Zeit, in der ein Thierleben auf dem Erdball bestanden hat, Bezug haben. Sie zerfällt also in

erstens die *zoologische Chronologie* oder die Lebensdauer und Reihenfolge der Lebewesen in der Zeit, und

zweitens die *zoologische Geographie* oder die Verbreitung des Lebens auf der Erdoberfläche in irgend einer Epoche.

Was man gewöhnlich geographische Verbreitung nennt, ist nichts als die Verbreitung, welche in der gegenwärtigen Epoche besteht; allein offenbar müssen die Thiere auch in der Vergangenheit zu jeder Zeit eine bestimmte geographische Verbreitung gehabt haben, und wir haben auch in der That jetzt schon Manches von dieser Verbreitung für alle diejenigen Epochen, deren lebende Bevölkerung uns durch die fossilen Ueberreste enthüllt ist, kennen gelernt. Ich werde an diesem Orte auf keinen dieser Zweige der Verbreitung näher eingehen, sondern es mögen nur einige sich daraus ergebende allgemeine Sätze erwähnt werden.

Die geographische Verbreitung in der gegenwärtigen Epoche. — Die Tiefseefauna besitzt nach den Untersuchungen von Wyville-Thomson und den übrigen Gelehrten des »Challenger« in Uebereinstimmung mit der durchgängigen Gleichförmigkeit der Lebensbedingungen in solchen Tiefen in allen bisher untersuchten Theilen der Erde eine merkwürdige Gleichförmigkeit.

Was die Meeresoberfläche betrifft, so scheinen die Beobachtungen derselben Forscher eine ähnliche Gleichförmigkeit der grossen Typen des *Foraminiferen*lebens in den tropischen und gemässigten Zonen zu ergeben — mit einer Abnahme dieser Thiere nach den arktischen und antarktischen Gegenden hin, wo *Radiolarien* und Diatomaceen an ihre Stelle treten.

Unter den höheren Organismen sind die pelagischen *Hydrozoen* und die *Ctenophoren* unzweifelhaft sehr weit verbreitet. Wahrscheinlich erreichen sie ihre mächtigste Entwicklung in den warmen Meeren; doch sind die bisher bekannten Thatsachen noch nicht ausreichend, um diesen Schluss sicher zu stellen. *Sagitta* und *Appendicularia*, viele Gattungen von *Copepoden* und anderen *Crustaceen* sowie von *Pteropoden* sind über die ganze Erde verbreitet, und es ist gegenwärtig zweifelhaft, ob sich irgend wie bestimmt begrenzte Provinzen des Oceans nach dem Vorkommen von rein pelagischen Thieren aufstellen lassen. Dagegen bilden die in flacherem Wasser lebenden Meeresthiere Gruppen, die für gewisse *Verbreitungs*gebiete oder *Provinzen* charakteristisch sind — das heisst, wenn auch viele Arten auf der ganzen Erde vorkommen, so finden sich doch andere nur an bestimmten Orten, und die einzelnen geographischen Bezirke sind dadurch bezeichnet, dass dort eine Anzahl solcher eigenen Arten lebt. In dieser Weise sind die Becken des stillen, des indischen und des atlantischen Oceans, des Mittelmeeres und des Eismeeres besonders charakterisirt, und selbst beschränkte Gebiete dieser grossen geographischen Abtheilungen, wie das celtische, das lusitanische und das australische, haben ihre eigenthümlichen Züge.

Obwohl nun aber diese marine Flachwasserfauna den Hauptzügen der physischen Geographie folgt, und obwohl innerhalb jeder dieser so gekennzeichneten grossen Verbreitungsprovinzen Temperatur- und andere physikalische Verhältnisse einen unverkennbaren Einfluss auf die Verbreitung der Arten haben, so stellt sich doch, wenn man zwei solche grosse Gebiete mit einander vergleicht, heraus, dass die klimatischen Verhältnisse nicht ausreichen, die Unterschiede zwischen den Faunen der beiden Gebiete zu erklären. Das Klima setzt uns nicht in den Stand, zu verstehen, warum die *Trigonia*, der *Perlnautilus*, der *Cestracion*, die *Ohrenrobben* und die *Pinguine* im stillen und nicht im atlantischen Ocean vorkommen[1]), noch auch, warum die *Cetaceen* der arktischen und der antarktischen Regionen so verschieden sind, wie sie es thatsächlich sind.

Wenden wir uns zur Verbreitung der Landthiere, so entsprechen die Grenzen der Verbreitungsbezirke weder der physischen

1) Pinguine finden sich am Cap der guten Hoffnung und auf den Falklands-Inseln, aber nicht an den nördlichen Theilen der Westküste Afrikas oder der Ostküste Südamerikas; im stillen Ocean erstrecken sie sich dagegen nördlich bis an die papuanischen und die peruanischen Küsten.

Geographie, noch den klimatischen Verhältnissen. Die Säugethiere, Vögel, Reptilien und Amphibien sind heutigen Tages so verbreitet, dass sie vier grosse Verbreitungsbezirke von sehr ungleicher Ausdehnung bezeichnen, in deren jedem eine Anzahl charakteristischer, anderwärts nicht vorkommender Typen sich finden. Es sind folgende: 1) die *arktogäische* Provinz, welche Nordamerika, Europa, Afrika und Asien bis an die Wallace'sche Linie oder die Grenze zwischen der indischen und der papuanischen Abtheilung des indischen Archipels umfasst; 2) die *austrocolumbische* Provinz, welche den ganzen amerikanischen Continent südlich von Mexico umfasst; 3) die *australische* Provinz von der Wallace'schen Linie bis nach Tasmanien; 4) die *neuseeländische* Provinz, die Inseln von Neuseeland umfassend[1]).

Es ist jetzt kein Zweifel, dass diesen nahe entsprechende Verbreitungsprovinzen schon zur Zeit der quaternären und spät tertiären Ablagerungen bestanden haben. In Europa, Nordamerika und Asien war die arktogäische Provinz in der Miocän- und wahrscheinlich auch in der Eocänperiode ebenso deutlich charakterisirt wie jetzt. Wie es sich mit Austrocolumbien, Australasien und Neuseeland verhalten hat, können wir nicht entscheiden, da uns die nöthigen Kenntnisse von den miocänen und eocänen Ablagerungen dieser Gegenden fehlen.

Was wir bis jetzt von der geographischen Verbreitung in ältern Perioden wissen, genügt nicht, um uns ein einigermassen zuverlässiges Bild von den ehemaligen Grenzen der Verbreitungsbezirke zu bilden. Allein so viel ist sicher, dass schon in der Trias — beim ersten Beginn der Secundärzeit — die *Reptilien* und *Amphibien* von Europa, Indien und Südafrika und wahrscheinlich auch von Nordamerika die gleiche Art von Aehnlichkeit darboten, wie die Säugethiere und Vögel der entsprechenden arktogäischen Fauna jetzt. Allein es fehlt die Kunde von den Reptilien und Amphibien der entsprechenden Zeit in Austrocolumbien und Australien, so dass wir nicht sagen können, ob in der Triaszeit die arktogäische Provinz ebenso begrenzt war wie jetzt.

Ausserhalb der arktogäischen Provinz ist das Material zur Bil-

1) »On the classification and distribution of the *Alectoromorphae* and *Heteromorphae*«. — Proceedings of the Zoological Society, 1868. Sclater, »The geographical distribution of birds«. Ebenda. Pucheran, Revue et Magasin de Zoologie, 1865. Murray, »The geographical distribution of mammals«.

dung eines Urtheils über die Verbreitung der Thiere durchaus unzureichend, um irgendwelchen Schluss auf die Existenz, geschweige denn auf die Grenzen von bestimmten Verbreitungsbezirken in der paläozoischen Zeit zu ziehen. Ueberreste von Landthieren hat man bisher nicht gefunden. Die Süsswasserfauna besteht aus Amphibien und Fischen, und auch von diesen wissen wir nichts oder so gut wie nichts ausserhalb der arktogäischen Provinz.

Dagegen kennt man ziemlich viel von der ältern Silurfauna ausserhalb der arktogäischen Provinz, und zwar sowohl aus Austrocolumbien wie aus Australien. Bei einer im Allgemeinen ähnlichen Facies bieten die Faunen dieser Gegenden doch deutliche Verschiedenheiten dar. Und bedenkt man, dass die dort vertretenen Thiergruppen hauptsächlich Tiefsee- und pelagische Formen sind, so wird Einen diese Aehnlichkeit der Facies nicht wundern. Die Untersuchungen der Challenger-Expedition haben ja ergeben, dass solche Formen auch heutigen Tages eine gewisse Aehnlichkeit der Facies erkennen lassen.

Eine der wichtigsten Thatsachen der zoologischen Chronologie ist die, dass in allen Theilen der Erde die Fauna der spätern Tertiärzeit in allen Verbreitungsbezirken aus Formen zusammengesetzt war, welche entweder mit den jetzt in dem betreffenden Gebiete lebenden identisch oder doch ihnen sehr ähnlich war. Z. B. sind die Elephanten, Tiger, Bären, Bisonten und Flusspferde der jüngern tertiären Ablagerungen Englands nahe verwandt mit Gliedern der jetzigen arktogäischen Fauna, die grossen Gürtelthiere und die platyrhinen Affen der südamerikanischen Höhlen mit der jetzigen austrocolumbischen Fauna, die fossilen Känguruhs, Wombate und Phalangisten des australischen Tertiärs mit denen, welche jetzt in der australischen Provinz leben. Ueberreste von Elephanten finden sich in Tertiärablagerungen ebensowenig in Australien wie von Känguruhs in Austrocolumbien oder von Ameisenfressern und Gürtelthieren in Europa.

Allein gehen wir von der Tertiär- zur Secundärzeit zurück, so gilt dies nicht mehr. Unter den wenigen Landsäugethieren der Secundärzeit, welche man gefunden hat, gehören die meisten australasischen und nicht arktogäischen Typen an, und die marine Fauna ähnelt derjenigen des jetzigen stillen Oceans mehr als derjenigen des atlantischen, unterscheidet sich jedoch von beiden durch das Vorhandensein von zahlreichen, jetzt gänzlich ausgestorbenen Gruppen. Es sieht aus, als ob in der spätern Kreidezeit eine grosse Verände-

rung in den Grenzen des damaligen Verbreitungsgebietes stattgefunden hätte und die jetzt für die arktogäische Provinz charakteristischen Typen in Gegenden eingewandert wären, von denen sie bis dahin ausgeschlossen gewesen waren. Die Annahme eines ähnlichen Vorganges scheint mir auch die einzige rationelle Erklärung für das plötzliche Auftreten von Typen, welche in den uns bekannten paläozoischen Ablagerungen fehlen, in den ältern secundären Schichten zu bieten.

Aber noch andere Ergebnisse von höchster Wichtigkeit hat das Studium der chronologischen Verhältnisse der fossilen Ueberreste geliefert. Cuviers Forschungen bewiesen, dass die Lücken zwischen den jetzt lebenden Gruppen der Hufthiere durch ausgestorbene Formen sich dürften ausfüllen lassen. Spätere Forschungen haben nicht nur diesen Schluss bestätigt, sondern gezeigt, dass in manchen Fällen einer lebenden, stark umgebildeten Form in demselben Verbreitungsbezirke genau solche Formen vorangegangen sind, wie sie existirt haben müssten, wenn die stark umgebildete lebende Form auf dem Wege der Descendenz aus einer einfachern Form hervorgegangen wäre.

Für gewisse Thiergruppen haben wir also so viele und so gute Beweise, dass sie sich durch successive Umbildung einer ursprünglichen Form entwickelt haben, wie wir es in diesem Falle nur erwarten können. Allein die Gruppen, in denen wir Beweise von solchen Umbildungen während geologisch beglaubigter Zeiten finden, gehören sämmtlich zu den höchst differenzirten Gliedern ihrer Classe. Niedere Formen von gleich langer Dauer bieten kein Zeichen dar, dass sie irgendwie nennenswerthe Umbildungen erfahren haben. Während die Ersteren in Bezug auf geologische Zeit *veränderliche Typen* sind, sind die Letzteren *beständige*.

Wenn wir absehen von der noch nicht erledigten Frage nach der Natur des *Eozoon*, so sind die ältesten versteinerungsführenden Schichten die cambrischen. Die spärliche darin erhaltene Fauna besteht aus Formen, welche weder *Protozoen* noch *Poriferen* sind, noch auch selbst zu den niedersten Gruppen dieser Classen gehören. Wir haben indessen keinen Grund, anzunehmen, dass uns diese Reste eine richtige Vorstellung von der damaligen Fauna geben, noch auch zu glauben, dass sie diejenigen Formen thierischen Lebens darstellen, welche zuerst auf unserm Planeten erschienen sind.

Capitel II.

Die Protozoen.

Die Contractilität der Thiere erscheint in ihren schwächsten Aeusserungen in blossen Veränderungen der Körperform, wie bei den ausgebildeten *Gregarinen*; allein von den trägen Verkürzungen und Verlängerungen der verschiedenen Körperdurchmesser, welche diese Geschöpfe vollführen, lassen sich alle Uebergänge nachweisen durch solche Thiere, welche breite lappige Fortsätze ausstrecken und einziehen, bis zu solchen, bei denen die contractilen Verlängerungen die Form von langen, dünnen Fäden annehmen. Solche contractile Fortsätze nennt man, mögen sie dick oder fadenförmig sein, wenn ihre Bewegungen langsam, unregelmässig und unbestimmt sind, »Pseudopodien« (Scheinfüsse), wenn diese schnell sind und rhythmisch in bestimmter Richtung erfolgen, dagegen »Wimpern« (*cilia*) oder »Geisseln« (*flagella*); allein beide Arten von Organen sind im Wesentlichen gleich. Es wird zweckmässig sein, diejenigen *Protozoen*, welche Pseudopodien besitzen, als *Myxopoden*, und diejenigen, welche mit Wimpern oder Geisseln ausgerüstet sind, als *Mastigopoden* zu unterscheiden.

Die *Protozoen* lassen sich in eine niedere und eine höhere Gruppe theilen. In der erstern — derjenigen der *Moneren* — ist kein besonderes Gebilde im Protoplasma des Körpers zu unterscheiden; in der letztern — derjenigen der *Endoplastica* — ist ein bestimmter Theil dieser Substanz (der sogenannte Nucleus) von der übrigen Masse zu unterscheiden [1], und sehr häufig sind eine oder

1) Ich behalte diese Unterscheidung bei, weil sie augenblicklich bequem erscheint, obwohl ich stark daran zweifle, ob sie sich bei weiteren Untersuchungen als stichhaltig erweisen wird.

mehrere »contractile Vacuolen« vorhanden. Als »contractile Vacuolen« bezeichnet man Räume im Protoplasma, welche sich langsam mit einer klären wässrigen Flüssigkeit füllen und, wenn sie eine gewisse Grösse erreicht haben, plötzlich dadurch, dass das Protoplasma, in dem sie liegen, von allen Seiten herandrängt, verschwinden. Diese systolische und diastolische Bewegung erfolgt gewöhnlich an einer bestimmten Stelle im Protoplasma und in regelmässigen Intervallen oder rhythmisch. Allein die Vacuole hat keine eigenen Wände, und in den meisten Fällen ist am Ende der Systole keine Spur mehr von ihr zu sehen. Gelegentlich mündet die Vacuole sicher nach aussen, und es ist einigermassen wahrscheinlich, dass ein solcher Zusammenhang immer bestehen mag. Die Function dieser Organe ist gänzlich unbekannt; man vermuthet, dass es Athmungs- oder Excretionsorgane sind.

Der »*Nucleus*« ist ein Gebilde, das oftmals dem Kern einer Zelle ausserordentlich ähnlich sieht; allein da seine Identität mit diesem noch nicht sicher nachgewiesen ist, so mag er als »*Endoplast*« bezeichnet werden. Es ist gewöhnlich ein rundlicher oder ovaler Körper, der im Protoplasma eingebettet liegt und sich von diesem in seinen optischen und chemischen Eigenschaften nur wenig unterscheidet. In der Regel färbt er sich mit Hämatoxylin, Karmin oder ähnlichen Färbungsflüssigkeiten stärker und widersteht der Einwirkung von Essigsäure besser als das ihn umgebende Protoplasma.

Bei einigen *Protozoen* liegen viele Endoplaste im Protoplasma des Körpers, und das Protoplasma zeigt eine Neigung, theilweise sich zu Zellen zu differenziren. Wo indessen, wie bei den höhern *Infusorien*, der Köper eine bestimmte Organisation besitzt, mit dauernd differenzirten Bestandtheilen, welche man recht gut Gewebe nennen kann, entstehen diese Gewebe nicht durch Metamorphose von Zellen, sondern direct aus dem Protoplasma durch Veränderung der physikalischen und chemischen Eigenschaften desselben.

In mehreren Gruppen von *Protozoen* hat man Conjugation mit nachfolgender Entwicklung von Keimen, welche frei werden und die Form der Eltern annehmen, beobachtet; doch ist es noch nicht ganz gewiss, wie weit Geschlechtsunterschiede bei diesen Thieren bestehen.

I. Die Moneren.

Bei diesen niedersten Thierformen besteht der ganze lebende Körper aus einem Stückchen zähflüssigen Protoplasmas, in dem weder ein Nucleus, noch eine contractile Vacuole, noch irgend ein anderes bestimmtes Gebilde zu sehen ist; es lässt höchstens eine Scheidung in eine äussere hellere und dichtere Schicht, das *Ektosark*, und eine innere, mehr körnige und flüssigere Masse, das *Endosark*, erkennen. Die äussere Schicht ist der Sitz der activen Formveränderungen; sie zieht sich in Pseudopodien aus, welche eine gewisse Länge erreichen und dann zurückgezogen werden oder durch die Entwicklung von andern an benachbarten Körperstellen ausgeglichen werden. Diese Pseudopodien sind bisweilen breite kurze Lappen, in andern Fällen langgestreckte Fäden. Wenn sie lappenförmig sind, so bleiben sie getrennt, ihre Ränder sind klar und durchsichtig und die Körnchen, welche sie enthalten, fliessen deutlich aus dem flüssigern Centraltheil des Körpers in ihren Innenraum hinein. Wenn sie jedoch fadenförmig sind, so sind sie sehr geneigt, in einander zu fliessen und Netze zu bilden, deren einzelne Fäden sich jedoch leicht trennen und ihre frühere Form wieder annehmen: mögen sie nun aber dies thun oder nicht, oftmals ist die Oberfläche dieser Pseudopodien mit feinen Körnchen besetzt, welche in unaufhörlicher Bewegung sind — ähnlich wie man sie an den Protoplasmanetzen der Zellen eines Tradescantia-Haares beobachtet.

Dieses Myxopod bewegt sich mittels seiner contractilen Pseudopodien und nimmt mit ihrer Hülfe die festen Körper, welche ihm als Nahrung dienen, an irgend einer beliebigen Körperstelle auf, während die unverdauten Reste der Nahrung in ebenso zwangloser Weise an irgend einer Körperstelle ausgeworfen werden. Es ist ein Organismus, der, abgesehen von den Pseudopodien, aller sichtbaren Organe entbehrt; soviel wir bis jetzt wissen, vermehrt er sich einfach durch Theilung.

Die *Protamoeba* (mit lappigen Pseudopodien) und *Protogenes* (mit fadenförmigen Pseudopodien) von Haeckel sind *Moneren* dieses äusserst einfachen Charakters. Bei *Myxodictyum* (Haeckel) fliessen die Pseudopodien einer Anzahl solcher Moneren zusammen und bilden so ein complicirtes Netzwerk oder ein gemeinsames *Plasmodium*.

Es ist jedoch noch zweifelhaft, ob nicht vielleicht sowohl *Protamoeba* und *Protogenes* wie auch *Myxodictyum* nur ein Stadium aus

einem Formenkreise darstellen, der vollständiger, wenn auch vielleicht noch nicht ganz durch eine andere sehr interessante Monere repräsentirt wird, die gleichfalls von HAECKEL beschrieben ist.

So ist die Gattung *Vampyrella* ein Myxopod mit fadenförmigen Pseudopodien, von dem eine Art auf einer der gestielten Diatomaceen, Gomphonema, sich findet. Es lebt von den weichen Theilen der Schale seines Wirthes, indem es seine Pseudopodien durch die Naht der denselben umgebenden Schale einführt und das darin enthaltene Protoplasma heraussaugt. Nachdem es so, von einer Gomphonema zur andern kriechend, reichlich Nahrung zu sich genommen hat, wirft es die zuletzt ausgeleerte Schale von ihrem Stiel, nimmt selbst ihren Platz ein, zieht seine Pseudopodien ein, wird kuglig und umgiebt sich mit einer structurlosen Kapsel, in der es liegen bleibt, wie auf den Stiel einer Gomphonema gepfropft. Bald theilt sich sein Protoplasma in vier gleiche Theile, und jeder von diesen verwandelt sich in eine junge Vampyrella, schlüpft aus der Kapsel aus und beginnt das räuberische Leben seiner Vorfahren. In diesem Falle kapselt sich also das Myxopod ein und theilt sich dann in Körper, von denen jeder direct in die Form des Stammthieres übergeht.

Bei einer andern Gattung (*Myxastrum*) kommt eine weitere Complication hinzu; das Myxopod kapselt sich ein und zerfällt dann in viele Theile; jeder von diesen wächst in die Länge und umgiebt sich mit einer zarten, spindelförmigen, kieseligen Hülle. Die so eingeschlossenen Keime werden durch Platzen der Kapsel frei und nach einiger Zeit schlüpfen die in den Kieselhüllen enthaltenen Keime aus und nehmen sofort wieder die Myxopodenform an.

Bei andern Gattungen kapselt sich nicht nur das Myxopod ein, ehe es sich durch Theilung vermehrt, sondern die so entstehenden Formen unterscheiden sich von dem Myxopod dadurch, dass sie freischwimmende Organismen sind, die sich mittels eines langen Geisselfadens oder Flagellums fortbewegen, ähnlich wie jene geisseltragenden *Infusorien*, die man Monaden nennt. Diese Mastigopoden ziehen, nachdem sie eine Zeitlang umhergeschwommen sind, ihre Geisseln ein und werden zu kriechenden Myxopoden. Diesen Formenkreis durchläuft die Gattung *Protomonas* HAECKELS. Endlich wechselt bei *Protomyxa* (Fig. 1) (HAECKEL) eine mastigopode (*d*) mit einer myxopoden Form (*e*) ab, wie bei *Protomonas*. Allein gewöhnlich kapselt sich nicht jedes Myxopod einzeln ein, sondern eine Anzahl von Myxo-

poden verbinden sich und verschmelzen zu einem lebendigen Plasmodium (*f*), das keine Spur der ursprünglichen Trennung zeigt. Das Plasmodium kommt dann zur Ruhe und wird kuglig, umgiebt

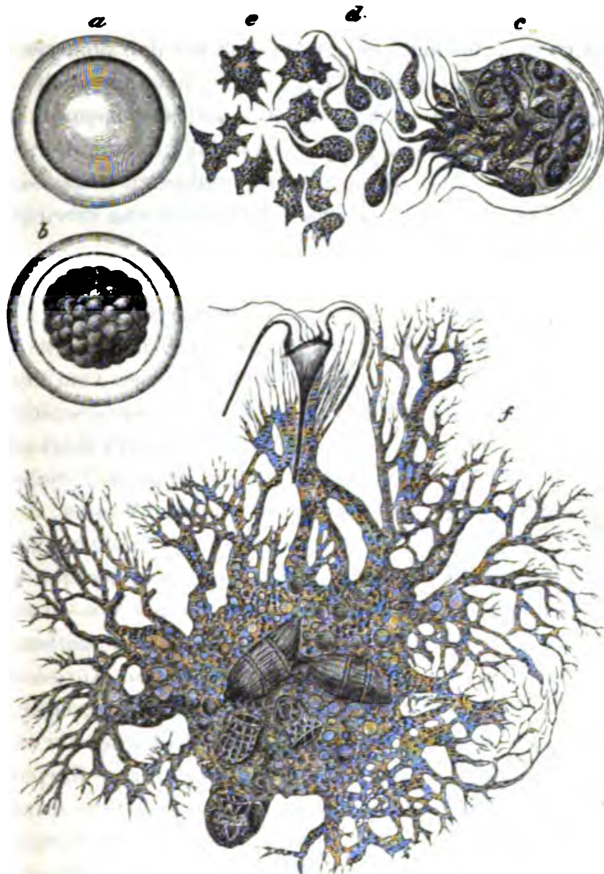


Fig. 1. — *Protomyxa aurantiaca* (HAECKEL). — *a.* im Ruhezustand, von einer structurlosen Hülle umgeben; *b.* eingekapselte Form, bei der das Protoplasma in der Theilung begriffen ist; *c.* die Kapsel platzt und entlässt die Körper, in welche das Protoplasma zerfallen ist. Dies sind zuerst »Monaden«, *d*, jede mit einer als Bewegungsorgan dienenden Geissel versehen. Nach einiger Zeit zieht jede Monade ihre Geissel ein und nimmt die Form einer Amoebe an (*e*). Viele von diesen verschmelzen und bilden ein gemeinsames Plasmodium, das wächst und Nahrung aufnimmt (*f*). Das abgebildete Exemplar enthält ein *Peridinium* (oben), drei *Dictyocysten* (unten) und zwei *Isthmien* (Diatomaceen; in der Mitte). (HAECKEL, »Studien über Moneren«, 1870.)

sich mit einer structurlosen Hülle (*a*), zerfällt in zahlreiche Stücke (*b*), die sich in geisseltragende Mastigopoden verwandeln, und diese endlich kehren wieder zum Myxopodenzustand (*c*, *d*, *e*) zurück. Der Kreislauf des Lebens hat hier eine merkwürdige Aehnlichkeit mit dem der *Myxomyceten*, die man bisher gewöhnlich als Pflanzen betrachtet hat.

Wir haben kein Mittel, zu entscheiden, ob dieser Formenkreis, wie er bei *Protomonas* und *Protomyxa* sich darstellt, vollständig ist, oder ob noch ein Glied in der Reihe fehlt. Bedenken wir, bei wie niederen Pflanzen schon geschlechtliche Vorgänge vorkommen, so scheint es recht wohl möglich, dass auch bei den *Moneren* noch ein ähnlicher Vorgang der Entdeckung harrt; möglich auch, dass die Verschmelzung einzelner *Myxodictyen* und *Protomyxen* zu einem Plasmodium eine Art geschlechtlicher Conjugation darstellt. Andrerseits mag es sein, dass diese äusserst einfachen Organismen noch nicht einen Zustand geschlechtlicher Differenzirung erreicht haben.

Die Foraminiferen. — Ohne Zweifel bleiben noch viele Moneren zu entdecken, allein es werden wahrscheinlich kleine und unscheinbare Organismen sein, wie die Mehrzahl der bereits beschriebenen. Die *Foraminiferen* dagegen sind Protozoen vom Protogenes-Typus, welche trotzdem eine wichtige Rolle in der Geschichte unsres Erdballs gespielt haben und noch spielen, Dank ihrer Fähigkeit, Skelete oder Schalen zu bilden, welche aus Horn- (Chitin-?) Substanz bestehen oder aus kohlensaurem Kalk, der aus dem Wasser, in welchem sie leben, abgeschieden wird, oder auch durch Zusammenkleben von fremden Körpern, z. B. Sandkörnchen, aufgebaut werden können.

Den ersten Schritt von einem Organismus wie *Protogenes* zu einer *Foraminifere* hat die *Lieberkühnia*, Claparède, gethan, wo die Pseudopodien nur von einer kleinen Stelle der Körperoberfläche ausgehen, während der übrige Körper glatt und biegsam bleibt.

Bei *Gromia* besteht eine ähnliche Beschränkung der Stelle, von der die Pseudopodien ausgehen, allein der übrige Körper ist von einer häutigen Hülle umschlossen. Wenn diese Hülle durch Anheftung an Fremdkörpern — z. B. Sandkörnchen oder Stücken von Molluskenschalen, wie bei den sogenannten Sandforaminiferen — erhärten oder eine Ablagerung von Kalksalzen darin stattfindet, so wird aus der *Gromia* eine *Foraminifere*.

Die unendlich mannichfachen Gestalten des Skelets der *Foraminiferen* hängen erstens von der Structur der Schalensubstanz selbst ab und zweitens von der Form des Protoplasmakörpers, welch letztere wiederum grossentheils abhängig ist von der Art und Weise, wie von der ursprünglichen Masse, welche anfangs immer eine einfache, gewöhnlich kuglige Gestalt besitzt, allmählich Knospen sich entwickeln.

Das Kalkskelet selbst, mag es eine Form haben, welche es wolle, ist entweder durchbrochen oder undurchbrochen. Bei den *Imperforaten* (*Gromidae*, *Lituitidae*, *Miliolidae*) werden die Pseudopodien

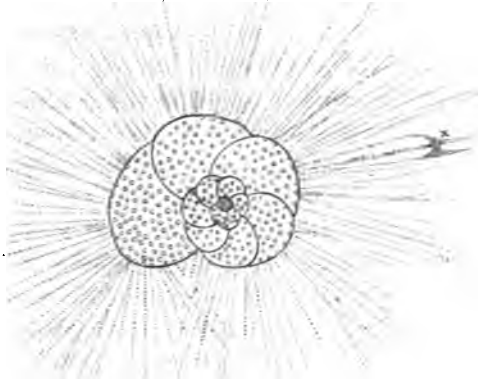


Fig. 2. — Eine *Rotalia* mit ausgestreckten Pseusopodien. Bei *x* ist das peripherische Zusammenfliessen mehrerer Pseudopodien dargestellt.

nur von einem Körperende ausgestreckt, während der übrige Körper durch die Schale abgeschlossen ist. Bei den *Perforaten* ist die Schale von mehr oder minder feinen Canälen durchsetzt, welche vom Protoplasma erfüllt sind, das so an die Oberfläche kommt und

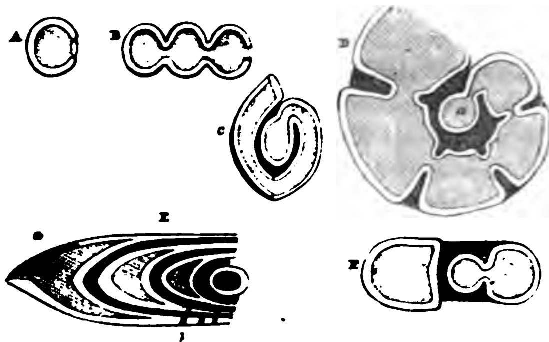


Fig. 3. — Diagramme von *Foraminiferen*. — *A.* eine Monathalamie: *B. C.* Polythalamien; *D.* ein Horizontalschnitt, *E.* und *F.* Verticalschnitte von gewundenen Formen. Bei *E.* greifen die Kammern eines jeden Umganges der Spirale über die vorhergehenden über und verdecken diese, wie bei der Gattung *Nummulites*.

über den ganzen Körper Pseudopodien ausschickt. Während also die festen Theile der *Imperforaten* eine Art äusseres Skelet bilden, haben diejenigen der *Perforaten* mehr den Charakter eines innern Skelets.

Die einfachsten Skelete sind kuglig oder flaschenförmig und einkammrig. Allein es entstehen complicirtere Formen durch Bildung von weiteren Kammern, welche entweder eine geradlinige Reihe bilden oder in verschiedener Weise aufgerollt oder unregelmässig angeordnet sein können. Ueberdies können die neuen Kammern über die bereits früher gebildeten in verschiedenem Maasse übergreifen, und die Zwischenräume zwischen den Kammerwänden durch secundäre Ablagerungen ausgefüllt werden, bis solche grossen und scheinbar complicirten Körper wie die *Nummuliten* entstehen.

Die *Foraminiferen* sind fast sämmtlich Meeresthiere, leben von der Oberfläche an bis herab in grosse Tiefen, bald frei, bald an andere Körper angeheftet.

Die Untersuchungen von Major Owen, welche neuerdings durch die Gelehrten des »Challenger« bestätigt und erweitert worden sind. haben dargethan, dass solche Formen wie *Globigerina*, *Pulvinularia* und *Orbulina* beständig an der Oberfläche aller Meere der tropischen und gemässigten Zonen vorkommen und nebst den *Radiolarien* und den *Diatomaceen*, die sie begleiten, einen wichtigen Bestandtheil der Nahrung pelagischer Thiere, wie z. B. der Salpen, bilden.

Nicht minder aber steht es fest, dass sich in allen Tiefen bis zu etwa 2400 Faden *Globigerinen* in allen Entwicklungsstadien und mit grösseren oder geringeren Protoplasmamassen am Boden finden. vermischt mit den Schalen von Oberflächendiatomaceen und Radiolarienskeleten. Die Häufigkeit der *Globigerinen*, *Orbulinen* und *Pulvinularien* im Tiefseeschlamm nimmt mit der Tiefe zu, bis in Tiefen von 1000 Faden der Boden aus einem feinem kalkigen Schlamm besteht, der fast ausschliesslich aus den Ueberresten dieser *Foraminiferen* und der mit ihnen vorkommenden Diatomaceen und Radiolarien zusammengesetzt ist.

Es darf also als feststehend angenommen werden, dass ein Theil des kalkigen Schlammes durch das Niedersinken der Skelete todter *Globigerinen*, *Pulvinularien* und *Orbulinen* entsteht; ja möglicher Weise hat er ausschliesslich diesen Ursprung. Andrerseits mag ein grösserer oder geringerer Theil dieser *Foraminiferen* wirklich am Boden leben, wie ihre Verwandten es ja in geringerer Tiefe thun.

Dieser Zustand des Oberflächenwassers und des Meeresbodens besteht, wie gesagt, in allen Meeren der gemässigten und heissen Zonen oder etwa bis zum 55. Grad zu beiden Seiten des Aequators.

Gegen die nördliche und südliche Grenze dieses Gürtels hin nehmen die *Foraminiferen* ab, während die *Radiolarien* bleiben und die *Diatomaceen* zunehmen, so dass in den Circumpolargebieten nördlich und südlich vom 60. Grad in beiden Hemisphären die Oberflächen-Organismen hauptsächlich aus solchen mit Kieselskeleten bestehen. Im Einklang mit diesem Verhalten des Oberflächenlebens ist der Schlamm, welcher in diesen Regionen den Meeresboden bedeckt, nicht mehr kalkig, sondern kieselig: er besteht aus Diatomaceenschalen und Radiolarienskeleten, die oftmals stark versetzt sind mit Eis, Driftschlamm, Steinen, Kies und Geröll.

Nehmen wir an, die Erde sei gleichmässig mit einem Ocean von 1000 Faden Tiefe bedeckt, so würde das feste Land, das den Boden desselben bildete, ausserhalb des Bereiches von Regen, Wellen und andern zerstörenden Einflüssen sich befinden und keine sedimentären Ablagerungen sich bilden. Kämen dann aber *Foraminiferen* und Diatomaceen nach denselben Verbreitungsgesetzen, wie sie gegenwärtig bestehen, in diesen Ocean, so würde der feine Regen ihrer festen Kiesel- und Kalktheile beginnen, und es würde eine circumpolare Kappe von Kalkablagerungen im Norden und im Süden aufzutreten beginnen, während der dazwischenliegende Gürtel sich mit *Globigerinen*-Schlamm bedeckte, der nur verhältnissmässig geringe Kieselbestandtheile enthielte. Die Dicke der so sich bildenden Kalkkiesel- und Kieselschichten würde nur durch die Zeit und die Tiefe des Oceans bedingt sein. Diese Schichten würden, wenn sie sich einmal abgesetzt haben, allen jenen Einflüssen der Feuchtigkeit und der unterirdischen Wärme unterworfen sein, welche bekanntlich genügen, um Kieselstoffe in Opal oder Quarzit und Kalkstoffe in die verschiedenen Formen des Kalksteins und Marmors zu verwandeln. Durch solche metamorphischen Vorgänge könnten die Spuren ihrer ursprünglichen Structur mehr oder minder vollständig vernichtet werden.

Aber noch andere Veränderungen könnten erfolgen. Gegenwärtig unterliegt im Golf von Mexico auf der Agulhasbank und anderwärts in gar nicht grosser Tiefe (100 bis 300 Faden) der Foraminiferenschlamm einer Metamorphose anderer Art. Die Kammern der *Foraminiferen* werden mit einem grünen Eisen- und Aluminiumsilicat angefüllt, das selbst in die feinsten Röhrchen eindringt und äusserst genaue, fast unzerstörbare Ausgüsse von ihrem Innern herstellt. Die Kalkmasse wird dann gelöst, die Ausgüsse bleiben zurück

und bilden einen feinen dunklen Sand, der, wenn er zermalmt wird, grün abfärbt, deshalb als »Grünsand« bekannt ist.

Ferner ist durch die Untersuchungen des »Challenger« dargethan, dass auf grossen Strecken des atlantischen und stillen Oceans, wo das Meer eine Tiefe von über 2400 Faden besitzt — Strecken von manchmal vielen Tausenden von Quadratkilometern Oberfläche — der Boden nicht mit Globigerinenschlamm bedeckt ist, sondern mit einem feinen rothen Schlick, der gleichfalls ein Eisen- und Thonerdesilicat ist. In diesem Schlick finden sich keine Ueberreste von *Globigerinen* oder andern kalkhaltigen Organismen; allein wo das Meer allmählich flacher wird, treten dieselben in zertrümmertem Zustande auf und werden nach und nach immer vollkommner, bis die Tiefe nur noch etwa 2400 Faden beträgt.

Nichtsdestoweniger sind die *Globigerinen* und andere *Foraminiferen* an der über diesen Strecken gelegenen Oberfläche ebenso zahlreich vorhanden wie anderwärts, und ihre Ueberreste müssen hier ebensowohl massenweise zu Boden sinken. Warum sie nun aber verschwinden und welchen Zusammenhang der rothe Schlick mit ihnen hat, das ist ein noch nicht ganz befriedigend gelöstes Problem. Man hat vermuthet, sie lösten sich auf und der rothe Schlick sei nur der unlösliche Rückstand, der nach der Auflösung der Kalktheile des Skelets übrig bleibe. Auch in diesem Falle würde der rothe Schlick wie der Globigerinenschlamm, der Kieselschlamm und der Grünsand indirect ein Erzeugniss des Lebens sein.

Schlick kann aber durch metamorphische Processe in Schiefer verwandelt werden, und so können alle die Grundmineralien, aus denen Gesteinsmassen zusammengesetzt sind, einst Theile lebender Organismen gebildet haben, wenn auch in ihrem schliesslichen Zustande keine Spur mehr von ihrem Ursprung in ihnen zu erkennen sein mag.

Die Paläontologie macht es sehr wahrscheinlich, dass die eben ausgesprochene Ansicht über den theoretisch möglichen Ursprung eines grossen Theiles der oberflächlichen Erdrinde wirklich deren Ursprung bezeichnet.

Die Nummulitenkalke der Eocänperiode bedecken ein ungeheures Gebiet in Mittel- und Südeuropa, Nordafrika, Westasien und Indien; ihre Hauptmasse aber besteht aus mehr oder minder metamorphosirten *Foraminiferen*-Resten.

Die Kreideschichten, welche unter dem Nummulitenkalk liegen,

und noch grössere Flächen bedecken, sind im Wesentlichen identisch mit dem Globigerinenschlamm; die darin vorkommenden *Globigerina*-Arten sind von den jetzt lebenden nicht zu unterscheiden. Ueberreste von *Foraminiferen* hat man in Kalkstein aus allen Perioden bis hinab zum Silur gefunden, und Ehrenberg hat die Entdeckung gemacht, dass ein altsilurischer Grünsand bei Petersburg aus den Ausgüssen von Foraminiferen besteht, ganz so wie sie sich jetzt im Golf von Mexico bilden. Und wenn das *Eozoon canadense*, wie es den Anschein hat, nichts ist als eine krustenbildende Foraminiferenform, so ist die Existenz dieser Organismen bis auf eine Zeit zurückverfolgt, welche weit vor derjenigen liegt, aus der uns sonst Spuren von lebenden Wesen vorliegen. Es ist also recht wohl möglich, wie Wyville Thomson vermuthet hat, dass die ungeheuer mächtigen »azoischen« Schiefer- und andere Gesteine, welche die laurentische und cambrische Formation bilden, zum grossen Theil die metamorphosirten Erzeugnisse *Foraminiferen*-Lebens sind. Dann wären die Worte Linnés buchstäblich wahr:

»Petrefacta non a calce, sed calx a petrefactis. Sic lapides ab animalibus, nec vice versa. Sic rupes saxei non primaevi, sed temporis filiae.«

Möglich, dass es keinen Theil der gewöhnlichen Gesteine, welche in der Erdrinde vorkommen, giebt, der nicht zu einer oder der andern Zeit durch einen lebenden Organismus hindurchgegangen ist.

II. Die Endoplastica.

1. Die Radiolarien. — Die meisten Arten der Gattung *Actinophrys* oder des »Sonnenthierchens«, das in allen stehenden Wassern gemein ist, sind freischwimmende Myxopoden mit starren Pseudopodien, die nach allen Seiten von dem kugligen Körper ausstrahlen. Der letztere enthält eine oder mehrere »contractile Vacuolen«, die sich rhythmisch mit Wasser füllen und durch die Zusammenziehung des umgebenden Protoplasmas wieder entleert werden. Bei *Actinophrys* (oder richtiger *Actinosphaerium*) Eichhornii (Fig. 4) jedoch ist der centrale Theil des Protoplasmas von dem übrigen dadurch unterschieden, dass er eine Anzahl von Endoplasten besitzt. Dies Thier führt somit über zu den *Radiolarien* (*Polycystina*, Ehrenberg), die in ihrer einfachsten Gestalt wesentlich aus einem mit faden-

förmigen, strahlenförmig angeordneten und oftmals anastomosirenden Pseudopodien versehenen Myxopod bestehen. Die Mitte des Körpers nimmt eine von Protoplasma erfüllte Kapsel ein; diese enthält in einigen Fällen nur eine Oelkugel, in andern Zellen oder

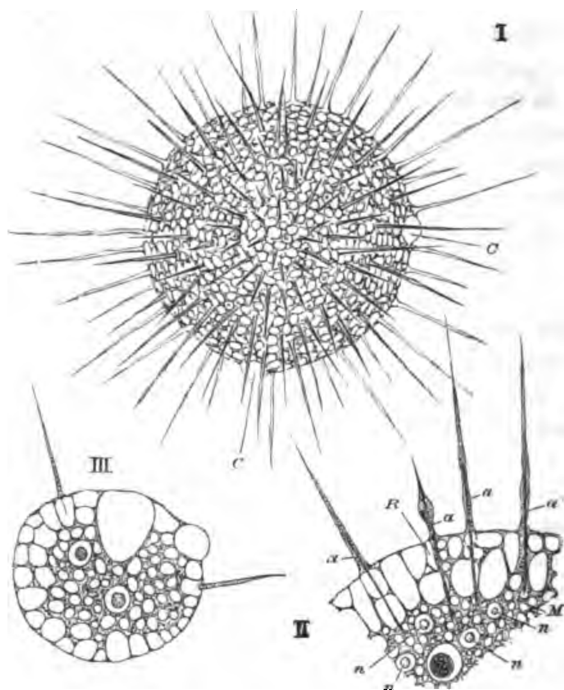


Fig. 4. — *Actinosphaerium Eichhornii* (nach Hertwig und Lesser, »Ueber Rhizopoden«, Schultzes Archiv, 1876). — I. Das ganze Thier; *c. c.* contractile Vacuolen. — II. Ein Theil der Peripherie, stark vergrössert; *a. a. a.* Pseudopodien mit starren Achsenmassen; *n.* Kerne oder Endoplaste. — III. Ein sehr junges *Actinosphaerium* mit erst zwei Kernen und zwei Pseudopodien, stark vergrössert.

Kerne und Krystalle. In der Protoplasmaschicht, von der die Pseudopodien ausgehen, entwickeln sich gewöhnlich zellenförmige Körper[1] von hellgelber Farbe, welche Stärke enthalten. Diese Schicht erzeugt ferner ein Skelet von horniger oder gewöhnlich kieseliger Beschaffenheit, das entweder in Gestalt einzelner Nadeln oder unter einander articulirender Stäbe oder eines Netzwerkes oder von Kieselplatten, oft von äusserster Zierlichkeit und Schönheit, auftreten

1) Diese gelben Zellen sollen nach Cienkowsky auch nach dem Tode des Radiolars weiterleben und sich vermehren: möglicher Weise sind es Parasiten.

kann. Die meisten *Radiolarien* sind Einzelthiere von mikroskopischer Grösse; einige dagegen, wie *Collosphaera* und *Sphaerozoum* (Fig. 5 und 6), sind aus Haufen solcher Einzelthiere gebildet und schwimmen

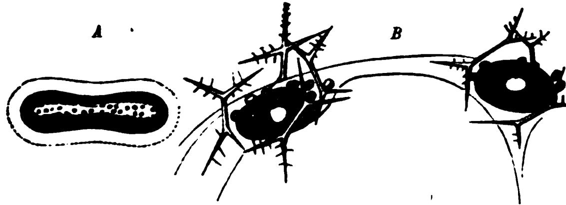


Fig. 5. — *Sphaerozoum punctatum.* — *A.* eine Colonie in natürlicher Grösse; *B.* zwei von den ovalen Centralkapseln mit den farbigen Bläschen und den Nadeln, welche in dem umgebenden Protoplasma liegen; vergrössert.

als sichtbare Gallertmassen an der Oberfläche des Meeres, dem Wohnort der grossen Mehrzahl der *Radiolarien.*

Die Vermehrung und Entwicklung der *Radiolarien* ist noch nicht eingehend untersucht. Cienkowsky hat beobachtet, dass bei *Collosphaera* das in der Centralkapsel enthaltene Protoplasma in zahlreiche rundliche Massen zerfällt. Die einzelnen in dem zusammengesetzten Radiolar befindlichen Kapseln werden dann durch Auflösung des sie umhüllenden und verbindenden Protoplasmas isolirt und platzen schliesslich, so dass die rundlichen Massen frei werden; diese vollführten, als sie noch in der Kapsel waren, bereits lebhafte Bewegungen. Die so frei gewordenen Keime (denn das sind sie offenbar) sind 0.008 mm. lang, oval und tragen an ihren schmalen Enden zwei Geisseln; es sind also »Monaden«. Jeder hat in seinem Innern einen Krystallstab und einige Oelkügelchen. Die weitere Entwicklung dieser Mastigopoden ist noch nicht erfolgt;

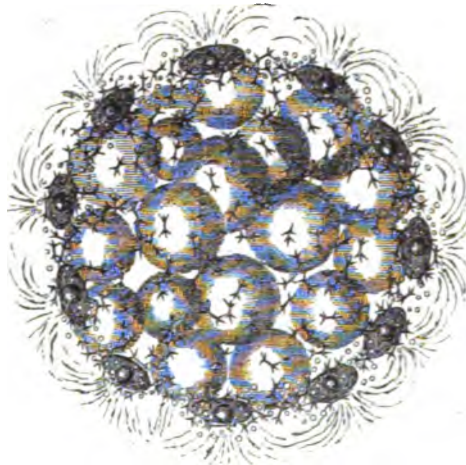


Fig. 6. — *Sphaerozoum ovodimare* (nach Haeckel); vergrössert.

allein wenn sie, wie das wahrscheinlich der Fall ist, in junge *Radiolarien* übergehen (die, nach HAECKEL, keine Kapsel besitzen, sondern wie *Actinosphaerium* aussehen), so würden die *Radiolarien* unter den *Endoplastica* sein, was *Protomonas* unter den *Moneren* ist. Bei den gewöhnlichen *Radiolarien* hat man weder Conjugation noch Theilung beobachtet; beide Vorgänge finden jedoch bei *Actinosphaerium* statt. Bedenkt man aber, wie gross die Aehnlichkeit zwischen einem jungen *Radiolar* und *Actinosphaerium* ist, so wird es wahrscheinlich, dass man auch hier noch Conjugation und Theilung beobachten wird.

Actinosphaerium vermehrt sich durch Theilung seiner centralen Masse in eine Anzahl von kugligen Ballen; jeder dieser Ballen umgiebt sich mit einer Kieselhülle. Nach einer Zeit der Ruhe schlüpft aus jeder dieser Cysten ein junges *Actinosphaerium* aus.

Die marinen *Radiolarien* bewohnen sämmtlich die oberflächliche Schicht des Meeres und müssen ihre Skelete auf Kosten der unendlich geringen Menge von Kieselsäure bilden, die im Seewasser gelöst ist. Wenn sie sterben, sinken diese Skelete zu Boden und häufen sich dort in warmen und gemässigten Regionen mit den *Foraminiferen* und Diatomaceenschalen an, welche an der Meeresoberfläche auf dem ganzen Erdball mit den Radiolarien vorkommen. Durch die neueren Untersuchungen von ARCHER u. A. ist auch die Existenz einer beträchtlichen Anzahl von Süsswasser-Radiolarien nachgewiesen worden.

Ausgedehnte Gesteinsmassen, wie diejenigen, welche sich bei Oran und am Bissex-Berge auf Barbados finden, sind zum grossen Theil aus vortrefflich erhaltenen Radiolarienskeleten aufgebaut. Aber wenn auch unzweifelhaft die *Radiolarien* schon im Kreidemeere zahlreich vorhanden waren, so findet man doch keine von ihnen in der Kreide; wahrscheinlich sind ihre Kieselskelete aufgelöst und als Feuerstein wieder abgeschieden worden.

2. Die Protoplasta. — Die eigentlichen *Amoeben* haben breite, ovale Pseudopodien und besitzen grosse Aehnlichkeit mit *Protamoeba* (S. 73); allein sie stehen in ihrem Bau höher als jene durch den Besitz eines deutlichen Endoplasts (Kernes) und einer contractilen Vacuole. Bei *Arcella* sind zahlreiche solche Kerne vorhanden. Sie stehen also etwa in derselben Beziehung zu *Protamoeba* wie *Actinophrys* zu *Protogenes*.

Ferner giebt es *Amoeben*, bei denen die Fähigkeit, Pseusopodien

auszusenden, auf eine bestimmte Stelle des Körpers beschränkt ist, und andere, wie *Arcella*, wo der übrige Körper von einer Schale umhüllt ist. Bei andern *Amoeben*, wie *Amoeba radiosa*, sind die Pseudopodien wenig zahlreich, schmal und bewegen sich nur schwach. Die *Amoeben* besitzen jedoch kein so mannichfaltiges Skelet wie die *Foraminiferen*. Sie vermehren sich durch Theilung, und in einigen Fällen — z. B. *Amoeba sphaerococcus*, HAECKEL — kapseln sie sich ein, bevor sie sich theilen.

Die *Amoeben* (die »Proteus-Thierchen« der älteren Schriftsteller) sind in süssem Wasser nicht selten, manchmal sehr häufig; sie kommen auch in feuchter Erde und im Meere vor; allein es ist sehr zweifelhaft, ob man manche von ihnen auch als selbständige Organismen ansehen darf, oder ob sie nicht vielmehr Entwicklungsstadien von andern Thieren oder gar von Pflanzen, etwa Myxomyceten, darstellen. Sieht man ab von der contractilen Vacuole, so ist die Aehnlichkeit einer *Amoebe* in ihrem Bau, ihrer Bewegungsweise und selbst ihrer Ernährung mit einem farblosen Blutkörperchen der höhern Thiere besonders bemerkenswerth.[1])

3. Die Gregariniden sind den *Amoeben* sehr nahe verwandt, ähneln aber in dem Formencyclus, den sie durchlaufen, auffällig dem *Myxastrum*. Es sind kuglige oder längliche Körper, die manchmal durch Einschnürungen in Segmente getheilt sind. Bisweilen ist das eine Ende des Körpers zu einer Art Rostrum ausgezogen, das mit krummen Hornstacheln bewaffnet sein kann.

Bei den gewöhnlichen *Gregarinen* besitzt der Körper eine dichtere Rindenschicht (Ektosark) und eine flüssigere innere Masse (Endosark); in der letzteren liegt das Endoplast (Kern). Die Contractilität thut sich nur in langsamen Formveränderungen kund, und die Ernährung scheint durch die Aufsaugung der Flüssigkeit zu erfolgen, welche von den Organen der Thiere, in denen die *Gregarinen* als Schmarotzer leben, bereitet wird. Eine contractile Vacuole ist nicht vorhanden.

Die *Gregarinen* haben eine eigenthümliche Vermehrungsweise, der bisweilen ein an die Conjugation erinnernder Vorgang vorauf geht. Eine einzelne *Gregarine* (oder zwei, die sich an einander gelegt

1) Unter gewissen Umständen hat man auch in den farblosen Blutkörperchen von *Amphibien* contractile Vacuolen beobachtet.

haben) umgiebt sich mit einer structurlosen Kapsel. Der Kern verschwindet, und das Protoplasma zerfällt (in ähnlicher Weise, wie sich das Protoplasma eines Sporangiums von *Mucor* in Sporen theilt) in kleine Körper (Fig. 7, *C. D.*), von denen jeder eine spindelförmige Hülle erhält und als *Pseudonavicelle* (*E. F.*) bekannt ist. Durch Platzen

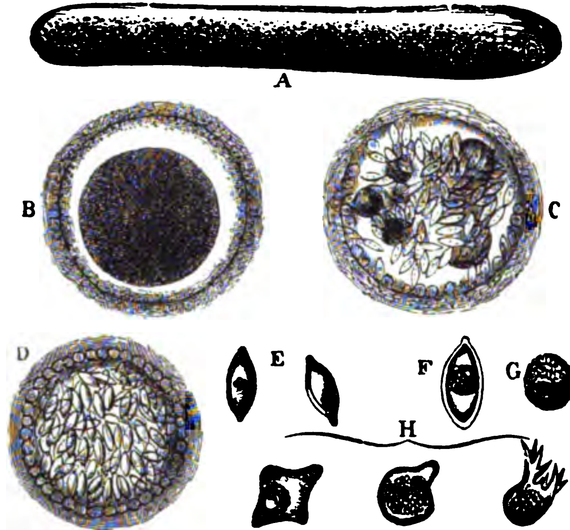


Fig. 7. — *A. Gregarine* aus dem Regenwurm (nach Lieberkühn); *B.* eingekapselt; *C. D.* der Inhalt ist in Pseudonavicellen zerfallen; *E. F.* freie Pseudonavicellen; *G. H.* freier amöbenförmiger Inhalt der letztern.

der Hülle werden diese Körper frei, und unter günstige Verhältnisse gebracht schlüpft das darin befindliche Protoplasma als ein kleines bewegliches Körperchen, einer *Protamoeba* ähnlich, aus. E. van Beneden hat neuerdings eine sehr grosse *Gregarine* (*Gregarina gigantea*) entdeckt, die im Darm des Hummers lebt, und seine sorgfältige Untersuchung über den Bau und die Entwicklung derselben hat sehr interessante Ergebnisse geliefert.

Die *Gregarina gigantea* erreicht eine Länge von anderthalb Centimeter. Sie ist lang und schmal und läuft an einem Ende spitz zu, während das andere stumpf, abgerundet und durch eine schwache Einschnürung von dem übrigen cylindrischen Körper abgesetzt ist. Die äussere Umhüllung des Körpers besteht aus einer dünnen, structurlosen Cuticula; unter dieser liegt eine dicke Rindenschicht (Ektosark), welche sich durch ihre Helligkeit und Festigkeit unterscheidet von der halbflüssigen centralen Masse (Endosark), die viele stark

lichtbrechende Körnchen enthält. In der Mitte des Körpers liegt der ellipsoidische »Nucleus« mit seinem »Nucleolus« und füllt den ganzen Raum zwischen der Rindenschicht aus, so dass er die Marksubstanz in zwei Abschnitte theilt. Der Körper dieser *Gregarine* kann eine Längsstreifung zeigen, herrührend von Erhebungen der innern Oberfläche der Rindenschicht, welche in Vertiefungen der Markschicht passen; allein dieselben sind unbeständig. Andrerseits aber sind constante Querstreifen vorhanden, welche daher rühren, dass eine offenbar aus Muskelfibrillen gebildete Schicht sich in dem peripherischen Theil der Rindenschicht, unmittelbar unter der Cuticula, entwickelt hat. Die Fibrillen selbst sind aus länglichen, mit ihren Enden unter einander verbundenen Körperchen gebildet. Eine quere Scheidewand trennt die Kopfverbreiterung von dem übrigen Körper, und nur in den hintern Theil dieser Verbreiterung erstreckt sich die Muskelschicht.

Die Embryonen von *Gregarina gigantea* sind, wenn sie ihre Pseudonavicellen verlassen, winzige Protoplasmamassen ähnlich wie *Protamoeba* und wie diese ohne Kern und contractile Vacuole. Sie zeigen bald keine Formveränderung mehr, nehmen Kugelgestalt an, und gleichzeitig wird die peripherische Körperregion klar. Darauf sprossen aus diesem Körper zwei lange Fortsätze hervor, ein sehr beweglicher und ein unbeweglicher. Der erstere löst sich ab und nimmt das Aussehen und die Bewegungen eines winzigen Fadenwurmes an; van Beneden nennt ihn deshalb eine *Pseudofilaria*. Alsdann wird an einem Ende eine Verbreiterung sichtbar, die Pseudofilaria geht in einen Ruhezustand über, und in ihrem Innern tritt der »Nucleolus« auf. Um diesen differenzirt sich eine helle Schicht, welche den »Nucleus« erzeugt, und so geht die Pseudofilaria in die ausgebildete *Gregarina gigantea* über.

4. Die Catallacten Haeckels, welche durch die Gattung *Magosphaera* vertreten sind, stellen auf einem Stadium Myxopoden dar mit langen Pseudopodien, welche an der Basis breit und lappenförmig sind, am freien Ende aber in feine Fäden verfallen, also zwischen denen von *Protogenes* und von *Protamoeba* stehen. Das Myxopod ist mit einem deutlichen Endoplast und einer wohlausgebildeten contractilen Vacuole versehen. Bei reichlicher Ernährung sondert es eine Kapsel ab und zerfällt in eine Anzahl von Massen, deren jede sich in einen kegelförmigen Körper mit auswärts gerich-

teter Basis und einwärts gerichteter Spitze verwandelt. Diese kegelförmigen Körper liegen in einer gallertartigen Substanz und bilden zusammen eine Kugel, von deren Mittelpunkt sie ausstrahlen. Jeder entwickelt an seiner Basis Wimpern und enthält einen Endoplast und eine contractile Vacuole. Nachdem diese complicirte Kugel ihre Hülle gesprengt hat, schwimmt sie eine Weile wie ein *Volvox* umher. Die einzelnen bewimperten Thierchen nehmen durch die Scheibe feste Theile als Nahrung auf. Darauf trennen sie sich und werden schliesslich, indem sie ihre Wimpern einziehen, gerade solche Myxopoden wie diejenigen, mit denen die Reihe anhob. Die *Magosphaera* wiederholt also unter den Endoplastica die *Protomonas* unter den Moneren — indem das Mastigopod mit vielen kleinen Wimpern ausgestattet ist statt mit einem Paare grosser Geisseln. Andrerseits sind die *Catallacten* nahe mit der nächsten Gruppe verwandt und könnten sogar vielleicht, scheint mir, in dieselbe eingereiht werden.

5. Die Infusorien. — Wenn wir aus dem bunten Allerlei von heterogenen Formen, die diesen Namen geführt haben, einerseits die *Desmidiaceen*, *Diatomaceen*, *Volvocineen* und *Vibrioniden*, welche Pflanzen sind, und andrerseits die hoch organisirten *Rotiferen* ausscheiden, so bleiben drei Gruppen von winzigen Organismen übrig, die man zweckmässig unter dem Gesammtnamen der *Infusorien* zusammenfassen kann. Es sind: a. die sogenannten »Monaden« oder *Infusoria flagellata*, b. die *Acineten* oder *Infusoria tentaculifera* und c. die *Infusoria ciliata*.

a. Die Flagellaten. — Dieselben sind charakterisirt durch den Besitz von ein oder zwei langen geisselartigen Wimpern, die bald (wenn mehr als eine vorhanden sind) an dem gleichen Ende des Körpers, bald an dem entgegengesetzten angebracht sind. Der Körper besitzt in der Regel ein Endoplast und eine contractile Vacuole. Es ist keine bleibende offne Mundöffnung vorhanden, sondern nur eine Mundregion, durch welche die Nahrung in das Endosark eindringt und dort eine Zeitlang von einem Tropfen gleichzeitig aufgenommenen Wassers — einer sogenannten »Nahrungsvacuole« — umschlossen bleibt. Prof. James Clark, der in neuerer Zeit die Flagellaten eingehend untersucht hat, weist darauf hin, dass bei *Bicosoeca* und *Codonoeca* ein ruhender monadenförmiger Körper innerhalb eines structurlosen durchsichtigen Kelches liegt. Bei *Codosiga* erhebt

sich eine ähnliche durchsichtige Substanz rings um die Basis des Flagellums, wie ein Kragen. Bei *Salpingoeca* findet sich neben dem Kragen um die Basis des Flagellums eine kelchartige Umhüllung für das ganze Thier. Bei *Anthophysa* sind zweierlei Bewegungsorgane vorhanden — das eine aus einer dicken und verhältnissmässig starren Geissel, die sich nur dann und wann ruckweise bewegt, bestehend, das andere aus einer sehr zarten Wimper, die in beständiger schwingender Bewegung ist. Die Verschiedenheit zwischen den beiden Arten von Bewegungsorganen erreicht ihren Höhepunkt bei *Anisonema*, die eine interessante Aehnlichkeit mit *Noctiluca* besitzt.

Vermehrung durch Längstheilung hat man bei *Codosiga* und *Anthophysa* beobachtet; wahrscheinlich kommt sie auch bei den andern Gattungen vor. Bei *Codosiga* wird die Geissel eingezogen, ehe die Theilung eintritt, allein der Körper kapselt sich nicht ein; bei *Anthophysa* nimmt der Körper eine kuglige Gestalt an und umgiebt sich mit einer structurlosen Cyste, ehe die Theilung erfolgt.

Conjugation ist bei den meisten *Infusoria flagellata* nicht direct beobachtet worden; auch findet sich bei keinem von ihnen ein dem Endoplastulus der *Ciliaten* analoges Gebilde.

Dallinger und Drysdale haben kürzlich die Lebensgeschichte einiger geisseltragenden »Monaden«, die in faulenden Fischaufgüssen vorkommen, bearbeitet. Sie weisen nach, dass diese *Flagellaten* nicht nur verschiedene Arten der ungeschlechtlichen Vermehrung durch Theilung mit oder ohne vorhergehende Einkapselung zeigen, sondern dass sie auch conjugiren, und dass der daraus hervorgehende verschmolzene Körper (das Aequivalent der Zygospore bei Pflanzen) sich einkapselt. Früher oder später theilt sich der Inhalt der Kapsel entweder in verhältnissmässig grosse oder in äusserst kleine Körper, welche wachsen und schliesslich die Form des Stammthieres annehmen.

Die sorgfältigen Untersuchungen dieser Forscher haben sie zu dem Schlusse geführt, dass, während die ausgebildeten Formen durch Temperaturen von 61—80 ° C. zerstört werden, die äusserst winzigen eben erwähnten Sporen, die einen Durchmesser von noch nicht $^1/_{8000}$ mm. besitzen, auf 148 ° C. erwärmt werden können, ohne dadurch ihre Lebensfähigkeit einzubüssen.

Bei *Euglena viridis* (die jedoch vielleicht eine Pflanze ist) hat Stein[1]) eine Theilung des »Kernes« beobachtet, wodurch dieser in

1) »Organismus der Infusionsthiere«, Bd. II, S. 56.

einzelne Massen zerfällt, von denen einige eine ovale oder spindelförmige Gestalt annehmen und sich mit einer dichten Hülle umgeben, während andere zu dünnwandigen, von winzigen Körnchen erfüllten Säcken werden, die jeder eine einzige Geissel tragen. Das letzte Schicksal dieser Körper ist noch nicht verfolgt.

Eine sorgfältige Untersuchung der eigenthümlichen Gattung *Noctiluca* liess mich im Jahre 1855 derselben einen Platz unter den Infusorien anweisen, und neuere Beobachtungen haben endgültig bewiesen, dass sie zu den *Flagellaten* gehört.

Der kuglige Körper von *Noctiluca miliaris* (Fig. 8) hat etwa $^1/_3$ mm. im Durchmesser und besitzt wie eine Pfirsich eine meridionale Furche, an deren einem Ende der Mund liegt. Ein langer, dünner, quergestreifter Tentakel überhängt den Mund, an dessen einer Seite eine mit einem harten Zahne besetzte Leiste vorspringt. Nahe an dem einen Ende dieser letztern steht eine schwingende Wimper. Eine trichterförmige Einsenkung führt in die centrale Protoplasmamasse, die durch feine radiäre Züge mit einer Schicht von derselben Substanz verbunden ist, welche die Cuticularhülle des Körpers auskleidet. Eine contractile Vacuole fehlt, wohl aber liegt ein ovales Endoplast in dem centralen Protoplasma. Als Nahrung aufgenommene Körper bleiben in Vacuolen des letzteren liegen, bis sie verdaut werden.

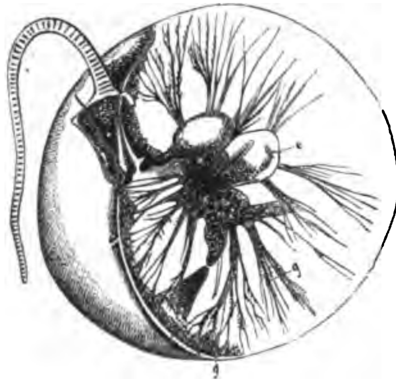


Fig. 8. — *Noctiluca miliaris.* — *e.* Magenvacuole; *g.* ausstrahlende Protoplasmafäden.

Wenn eine *Noctiluca* verletzt wird, so platzt nach den Beobachtungen von Cienkowsky[1]) der Körper und fällt zusammen, der protoplasmatische und andere Inhalt aber sammt dem Tentakel bildet eine unregelmässige Masse, deren Peripherie schliesslich blasig wird, sich vergrössert und eine neue Hülle abscheidet. Aber auch ein kleiner Theil des Protoplasmas einer verstümmelten *Noctiluca* kann zu einem vollkommenen Thiere werden. Unter gewissen Ver-

1) Cienkowsky, »Ueber Noctiluca miliaris«. (Schultzes »Archiv für mikrosk. Anatomie«, 1872.)

hältnissen zieht sich der Tentakel einer *Noctiluca* in den Körper ein, und zu allen Zeiten des Jahres findet man kuglige, der Geissel, des Zahnes oder der meridionalen Furche entbehrende, aber sonst normale *Noctilucen*. Diese Letztern sind wahrscheinlich als encystirte Formen zu betrachten. Die Vermehrung kann auf mindestens zweierlei Wegen geschehen. Sowohl bei den kugligen Formen als auch bei den mit einem Tentakel versehenen kann Theilung erfolgen; sie wird eingeleitet durch Vergrösserung, Einschnürung und Theilung des Endoplasts. Dieser Vorgang findet hauptsächlich in der spätern Jahreszeit statt.

Eine andere Art der ungeschlechtlichen Vermehrung, welche auffallend an den Vorgang der partiellen Dottertheilung erinnert, kommt nur bei den kugligen Noctilucen vor. Das Endoplast verschwindet, und das sich an der Innenseite einer Stelle der Cuticula ansammelnde Protoplasma zerfällt erst in zwei, dann in vier, acht, sechszehn, zweiunddreissig und mehr Massen; mit dieser Theilung des Protoplasmas geht eine Erhebung der Cuticula zu Höckern, welche anfangs an Zahl und Dimensionen den Theilungsmassen entsprachen, einher. Wenn die Theilungsmassen sehr zahlreich geworden sind, ragt jede über die Oberfläche hervor und verwandelt sich in einen freien monadenartigen Keim, der mit einem Endoplast, einem Schnabel und einem langen, von einer Geissel kaum zu unterscheidenden Tentakel versehen ist.

Auch Conjugation hat man direct beobachtet. Zwei Noctilucen legen sich mit ihren Mundflächen dicht an einander, und es wird eine die beiden Endoplaste verbindende Protoplasmabrücke sichtbar. Die Tentakeln werden abgeworfen, die beiden Körper verwachsen allmählich, und die Endoplaste verschmelzen zu einem. Der ganze Vorgang nimmt fünf bis sechs Stunden in Anspruch. In ähnlicher Weise können kuglige oder encystirte Noctilucen conjugiren. In diesem Falle legen sich die den Endoplasten nächsten Körperstellen aneinander. Ob dieser Vorgang geschlechtlicher Natur ist oder nicht, ist nicht ganz ausgemacht. Cienkowsky nimmt an, die oben geschilderte Vermehrung durch monadenartige Keime könne dadurch beschleunigt werden.

Noctiluca ist in den oberflächlichen Wasserschichten des Oceans äusserst gemein und bildet eine der gewöhnlichsten Ursachen des Meerleuchtens. Das Licht geht von der die Cuticula begrenzenden peripherischen Protoplasmaschicht aus.

Die *Peridinien* (s. Fig. 1 *f*) bilden eine weitere aberrante Gruppe der *Flagellaten*, welche zu den *Ciliaten* hinüberführt. Der Körper ist von einer (manchmal in Arme ausgezogenen) harten Schale umgeben, welche an einer Stelle eine furchenartige Unterbrechung, welche das das Endoplast enthaltende Protoplasma zu Tage treten lässt, und in einigen Fällen eine contractile Vacuole besitzt. Aus dem Protoplasma werden eine oder mehrere geisselartige Wimpern und in der Regel ein Bündel kurzer Wimpern hervorgestreckt, welche als Bewegungsorgane dienen. Der Mund ist eine Einsenkung, an die sich manchmal eine Art Speiseröhre ansetzt und blind in der halbflüssigen Centralmasse des Körpers endigt; die Nahrungstheilchen gerathen in an ihrem Ende gelegene Vacuolen, wie bei den *Ciliaten*. Eine andere Vermehrung als durch Theilung hat man bei den *Peridinien* bis jetzt nicht beobachtet; allein dieser Theilung geht bisweilen eine Umhüllung des Thieres durch eine längliche halbmondförmige Kapsel vorauf.

b. Die Tentaculiferen. — Die *Acineten* (Fig. 9, *C.*) haben

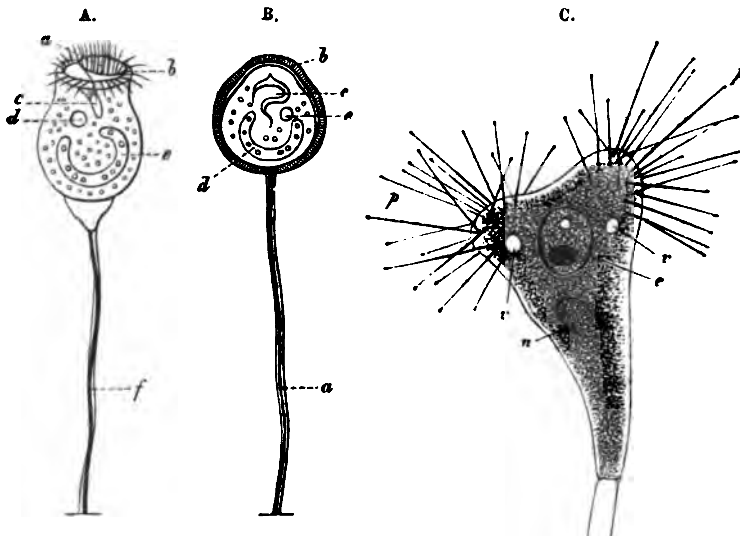


Fig. 9. — A. *Vorticella*; *a.* das Wirbelorgan; *b.* das Peristom; *c.* die Speiseröhre; *d.* die contractile Vacuole; *e.* der Nucleus; *f.* der contractile Stiel. B. dieselbe eingekapselt: *a.* der in mehrere Stücke zerfallene Muskel des Stieles; *c.* die Cyste; *c.* das eingezogene Wimperorgan; *d.* der Nucleus; *e.* contractile Vacuole, (nach Stein). C. Eine *Acineta* mit einem Theile des Stieles. *p.* starre Tentakeln; *v.* Vacuole; *n.* Nucleus; *e.* ein in der sogenannten Bruthöhle liegendes Junge (nach Gegenbaur).

keine Mundöffnung der gewöhnlichen Art, sondern fadenförmige Fortsätze oder Tentakeln, die in der Regel dünn, ungetheilt und

mehr oder minder starr sind, und von der ganzen Oberfläche des Körpers oder von einer oder mehreren Stellen derselben ausstrahlen. Auf den ersten Blick gleichen diese Tentakeln den Pseudopodien von *Actinophrys*, bei genauerer Betrachtung erweisen sie sich jedoch als ganz anders beschaffen. Jeder besteht nämlich aus einem zarten Rohr mit einer structurlosen äussern Wand, einer halbflüssigen körnigen Achse und endigt gewöhnlich mit einer kleinen knopfartigen Anschwellung. Er kann langsam hervorgestreckt oder zurückgezogen oder in verschiedenen Richtungen gekrümmt werden. Diese Tentakeln spielen aber nicht blos die Rolle von Greiforganen, sondern dienen auch als Saugapparate. Die *Acineta* legt ein oder mehrere dieser Organe an den Körper ihrer Beute an[1] — gewöhnlich einer andern Infusorienart — und dann wandert die Substanz der letztern durch das Innere der Saugapparate in den Körper der Acinete hinüber. Feste Nahrungsbestandtheile werden durch diese Tentakeln nicht aufgenommen, so dass man die *Acineten* nicht mit Indigo oder Carmin füttern kann. Im Innern des Körpers befindet sich ein Endoplast[2]) mit einer oder mehreren contractilen Vacuolen.

---

1) Stein (»Der Organismus der Infusionsthiere«, Bd. I. S. 76) schildert die Art, wie die *Acineten* ihre Beute ergreifen, folgendermassen: »Schwimmt ein Infusionsthier in erreichbarer Nähe an den Acineten vorüber, so fahren die zunächst gelegenen Tentakeln schnell gegen dasselbe zusammen, wobei sie sich oft beträchtlich verlängern, bogenförmig zusammenkrümmen, sehr verschieden winden und regellos durch einander wirren. Diejenigen Tentakeln, deren knopfförmiges Ende in unmittelbare Berührung mit der Oberfläche des umstrickten Thieres kommt, erweitern dasselbe scheibenartig und saugen sich damit fest. Ist dies erst mehreren gelungen, so vermag sich das gefangene Thier nicht mehr loszureissen, seine Bewegungen werden immer matter und erlöschen nach und nach gänzlich. Nunmehr, oft aber auch schon früher, verkürzen und verdicken sich diejenigen Tentakeln, welche sich am festesten angesaugt hatten, beträchtlich und ziehen die Beute näher an den Körper heran . . . . Plötzlich sieht man, sobald die Haftscheibe die Cuticula des gefangenen Thieres durchbohrt hat, von demselben aus einen continuirlichen, sehr rapiden, durch die beigemengten überaus feinen Fettkörnchen bezeichneten Strom sich durch die Axe des Tentakels ergiessen und an seiner Basis in das benachbarte Körperparenchym ausströmen . . . Wodurch die auffallend schnelle und continuirliche Strömung im Innern des Tentakels bedingt wird, ist mir nicht genügend erklärlich. Irgend welche von den Wandungen des Tentakels ausgeführte schluckende oder peristaltische Bewegungen liessen sich nicht beobachten.«

2) Ein Nucleolus (Endoplastula), wie er bei andern Infusorien sich findet, ist bis jetzt bei den *Acineten* nicht beobachtet. Unter gewissen Umständen ziehen die *Acineten* ihre strahlenartigen Fortsätze ein und umgeben sich mit einer struc-

Das Thier kann entweder auf einem Stiele sitzen oder frei umherschwimmen.

Die *Acineten* vermehren sich auf verschiedene Weise. Eine besteht in einfacher Längstheilung, einem hier anscheinend seltenen Vorgange. In andern Fällen entwickeln sich wimpernde Embryonen im Innern des Körpers. Diese Embryonen entstehen durch Ablösung eines Theiles des Endoplasts und Verwandlung desselben in einen kugelförmigen oder ovalen Keim, der bei manchen Arten vollständig mit schlagenden Wimpern bedeckt ist, während bei andern die Wimpern auf einen Gürtel in der Mitte des Embryos beschränkt sind. Der Keim tritt durch Platzen der Körperwand des Stammthieres nach aussen. Nach einem kurzen Dasein (von manchmal nur wenigen Minuten) als freischwimmendes Thierchen, das mit einem Endoplast und einer contractilen Vacuole versehen ist, aber des Mundes entbehrt, treten die charakteristischen geknöpften Fortsätze auf, die Wimpern verschwinden, und das Thier wird zur fertigen *Acinete*.

Häufig hat man Conjugation von *Acineten* beobachtet: die einzelnen Individuen verschmelzen vollständig, und ihre Endoplaste verwachsen zu dem einzigen Endoplast der aus der Conjugation hervorgehenden *Acineta*; allein es ist nicht ausgemacht, ob dieser Vorgang etwas mit dem eben geschilderten Vorgang der Entwicklung von bewimperten Embryonen zu thun hat oder nicht.

c. Die Ciliaten. — Die charakteristische Eigenschaft der *Ciliaten* besteht darin, dass die äussere Oberfläche ihres Körpers mit zahlreichen schlagenden Wimpern ausgestattet ist, welche die Greif- und Bewegungsorgane bilden. Nach der Anordnung der Wimpern hat sie Stein eingetheilt in die *Holotricha*, bei denen die Wimpern über den ganzen Körper verbreitet und sämmtlich gleichartig sind, die *Heterotricha*, bei denen die zerstreut angebrachten Wimpern verschiedenartig sind, einige grösser, andere kleiner, die *Hypotricha*, bei denen die Wimpern auf die untere oder ovale Seite des

---

turlosen Kapsel; dieser Vorgang scheint jedoch nicht in Beziehung zu irgend einer Art der Vermehrung zu stehen.

Bei *Acineta mystacina* und *Podophrya fixa* kommt eine eigenthümliche Art der Vermehrung durch Theilung vor. Am freien Körperende schnürt sich ein Theil sammt einem Stück des Endoplasts von dem übrigen gestielten Körper ab. Die Tentakeln werden eingezogen, das sich in die Länge streckende Segment entwickelt auf seiner ganzen Oberfläche Wimpern und schwimmt davon.

Körpers beschränkt sind, und die *Peritricha*, bei denen sie einen Gürtel um den Körper bilden. Bei Weitem die meisten dieser Thiere sind asymmetrisch.

Bei den einfachsten und kleinsten *Ciliaten* gleicht der Körper insofern dem eines *Flagellaten*, als er blos in ein Ektosark und Endosark mit einem Endoplast und einer contractilen Vacuole differenzirt ist. In den meisten, wenn nicht in allen Fällen ist jedoch nicht nur eine Mundregion, durch welche die Nahrungsaufnahme stattfindet, vorhanden, sondern es führt auch eine speiseröhrenartige Einsenkung von dort in das Endosark, und möglicher Weise ist selbst bei den einfachsten *Ciliaten* eine Afterstelle vorhanden, durch welche die unverdaut gebliebenen Nahrungsbestandtheile wieder ausgestossen werden.

Die Gattung *Colpoda*, welche in Heuaufgüssen sehr gemein ist, bildet ein gutes Beispiel dieser niedern Form eines bewimperten (ciliaten) Infusoriums. Dies Thier hat etwa die Form einer auf einer Seite abgeplatteten Bohne und bewegt sich lebhaft mittels zahlreicher Wimpern, von denen die längsten am Vorderende des Körpers sich befinden. Am Hinterende liegt eine contractile Vacuole und, wie STEIN zuerst beobachtet hat, ein grosses Endoplast in der Mitte. Die *Colpoda* setzt sich häufig zur Ruhe, zieht ihre Wimpern ein und umgiebt sich mit einer structurlosen Hülle. Jede eingekapselte *Colpoda* theilt sich dann in zwei, vier oder mehr Theile, welche die Form des ausgewachsenen Thieres annehmen und aus der Kapsel ausschlüpfen und umherschwärmen.

Einkapselung mit oder ohne nachfolgende Theilung kommt bei allen *Ciliaten* sehr häufig vor. Eine *Amphileptus*-Art hat man ein gestieltes Glockenthierchen (*Vorticella*) verschlingen — oder, richtiger gesagt, umhüllen — und dann sich auf dem Stiele ihrer Beute einkapseln sehen, gerade wie die *Vampyrella* auf dem Stiele des aufgefressenen *Gomphonema* sitzen bleibt.

Bei den höhern *Ciliaten* differenzirt sich das Protoplasma des Körpers direct zu verschiedenen Gebilden, in derselben Weise, wie wir das schon bei der *Gregarina gigantea* kennen gelernt haben, nur in viel höherm Maasse.

Bei den *Peritrichen*, deren gewöhnlichste Vertreter die Glockenthierchen oder *Vorticellen* (Fig. 9 *A*, *B*) sind, findet sich in der Mundgegend eine Einsenkung, der Vorhof (Fig. 9 *a*), von wo aus ein zusammenhängender oesophagusartiger Canal in das weiche, halb-

flüssige Endosark führt und dort blind endet; unmittelbar unter dem Munde, in dem Vorhof, befindet sich eine Aftergegend, wo die Ueberreste der verdauten Nahrung austreten; eine Oeffnung ist jedoch nur dann vorhanden, wenn die Faecalstoffe gerade ausgestossen werden. Abgesehen von der Stelle, wo der Kreis oder, richtiger gesagt, die Spirale von Wimpern liegt, bildet die äussere Körperschicht eine verhältnissmässig dichte Cuticula; bisweilen sondert sie auch eine durchsichtige Schale aus, welche an die Kelche der Hydroidpolypen erinnert. Bei den beständig festsitzenden *Vorticellen* kann ferner der Anheftungsstiel eine centrale Muskelfaser (Fig. 9, *f*) zeigen, durch dessen plötzliche Contraction der Körper zurückgezogen wird, indem der Stiel sich gleichzeitig in eine Spirale legt. Bei dem holotrichen *Paramaecium* (Fig. 10) liegt unter der dünnen

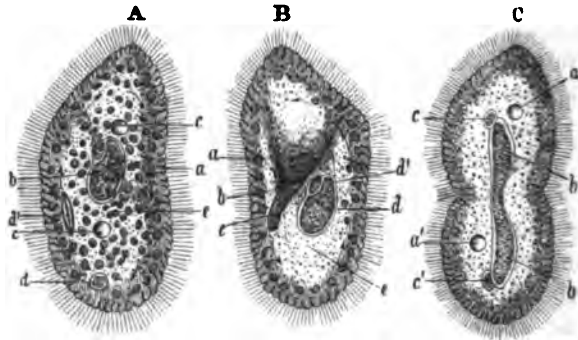


Fig. 10. — *Paramaecium bursaria* (nach Stein). — *A.* von der Rückenseite; *a.* Rindenschicht des Körpers; *b.* Endoplast; *c.* contractile Vacuole; *d d'.* Nahrungsbestandtheile; *e.* Chlorophyllkörnchen. — *B.* von der Bauchseite; *a.* Vertiefung, welche zum Munde *b* führt; *c.* Speiseröhre; *d.* Endoplast; *d'* Endoplastulus; *e.* centrales Protoplasma. In beiden Figuren geben die Pfeile die Richtung der Circulation an. — *C.* ein in Quertheilung begriffenes *Paramaecium*; *a a'.* contractile Vacuolen; *b b'.* sich theilendes Endoplast; *c c'.* Endoplastuli.

oberflächlichen durchsichtigen Cuticula, von der die Wimpern ausgehen, eine sehr deutliche Rindenschicht, welche in senkrecht auf die Oberfläche gestellte Fibrillen zerfallen und bei einigen Arten dieser und anderer Gattungen, z. B. *Strombidium* und *Polykricos* (Bütschli), mit ähnlich angeordneten stäbchenartigen Körperchen versehen sind, welche unter gewissen Umständen zu langen Fäden hervorschnellen und als »Trichocysten« bezeichnet werden. Bei *P. bursaria* sind durch diese ganze Schicht kleine grüne Chlorophyllkörnchen zerstreut, und Cohn hat im Jahre 1851 nachgewiesen, dass sie dieselben Reactionen geben wie die Chlorophyllkörnchen der Algen. Bei *Balantidium*, *Nyctotherus*, *Spirostomum* und vielen andern

Formen ist die Rindenschicht durch linienförmige Zeichnungen in Bänder getheilt, welche man als rudimentäre Muskelfasern betrachten kann.

Bei vielen *Ciliaten* ist das Endosark fast flüssig. Die durch die beständige Thätigkeit der Wimpern in den Mund hinein- und die Speiseröhre hinabgestrudelten Nahrungsstoffe sammeln sich am Grunde der Speiseröhre an und dringen dann mit dem sie umgebenden Wasser in Intervallen mit einer Art Ruck in das Endosark ein, wo sie nahe am Ende des Oesophagus als eine Nahrungsvacuole eine kurze Zeit liegen bleiben. Bald aber beginnt diese sich zu bewegen und mit andern vorher oder nachher gebildeten Vacuolen in einer bestimmten Bahn, an einer Seite des Körpers herauf, an der andern herunter, zwischen der Rindenschicht und dem Endoplast zu circuliren. Diese Bewegung ist besonders frei und unbeschränkt bei *Balantidium*; bei *Paramaecium* ist die Bahn, in der sich die Nahrungsvacuolen bewegen, schärfer begrenzt [1], während sie bei *Nyctotherus* auf einen Theil des Körpers zwischen dem Ende der Speiseröhre und der Aftergegend, die bei diesem Infusorium an einem Ende des Körpers liegt, beschränkt zu sein scheint. Das feinkörnige Endosark von *Nyctotherus* schreibt in der That den Nahrungsvacuolen so einen bestimmten Weg vor, dass man die Bahn recht wohl als einen rudimentären Darmcanal bezeichnen könnte.

Die Mundhöhle ist gewöhnlich bewimpert: bisweilen, so bei *Chilodon*, hat sie eine Chitinbewaffnung, die bei *Ervilia* (*Dysteria*) [2] und dem von BALBIANI beschriebenen *Didinium* ziemlich complicirt wird. *Torquatella* (LANKESTER) hat statt der Wimpern eine gefaltete Membran um den Mund.

Die contractilen Vacuolen erreichen ihre höchste Complicirtheit bei den *Paramaecien*, wo ihrer zwei vorhanden sind, an jedem Körperende eine. Sie liegen in der Rindenschicht; bei der Diastole ist ein Theil ihres äussern Umfangs nur von der Cuticula begrenzt, durch die sie wahrscheinlich nach aussen münden. Wenn die Systole eintritt, sieht man eine Anzahl feiner Canäle, die von jeder Vacuole ausstrahlen, sich mit einer klaren wässrigen Flüssig-

1) Bei *Paramaecium bursaria* dauert die Circulation nach COHNS Beobachtungen $1\frac{1}{2}$ bis 2 Minuten; das giebt eine Umlaufsgeschwindigkeit von 0.0028 bis 0.0021 mm. per Secunde.

2) HUXLEY, »On Dysteria«. Quarterly Journal of microscopical Science, 1857.

keit füllen. Diese Canäle sind in ihrer Lage constant und einige von ihnen lassen sich fast bis zum Mund verfolgen, so dass die Canäle und Vacuolen ein permanentes Wassergefässsystem bilden. Das Endoplast ist feinkörnig, wie die Substanz des Endosarks. Man giebt häufig an, es sei von einer besondern Membran umschlossen, allein ich glaube, dass dies nur ein Erzeugniss der angewandten Reagentien ist. An einer Seite liegt dem Endoplast sehr häufig (aber nicht bei den *Vorticellen*) ein ovales oder rundes Körperchen, der sog. »Nucleolus« oder »Endoplastulus« an. Von dem Endoplast wird gewöhnlich angegeben, es läge in der Rindenschicht, allein bei *Colpoda*, *Paramaecium*, *Balantidium* und *Nyctotherus* ist es sicher nicht der Fall.

Die äusserste, cuticulare Schicht eines grossen Theiles des Körpers erhärtet bei vielen freilebenden Infusorien und bildet eine Art Schale. Bei den freilebenden marinen *Dictyocystiden* und *Codonelliden* Haeckels hat der Körper eine glockenförmige Hülle, die bei den *Dictyocystiden* (siehe Fig. 1) durch ein Kieselskelet ähnlich dem eines Radiolars gestützt wird. Bei beiden Gattungen ist die kreisförmige Lippe, welche das Mundende umgiebt, mit zahlreichen langen, geisselförmigen Wimpern versehen.[1])

Die meisten *Ciliaten* vermehren sich, so lange sie lebenskräftig sind, durch Theilung; diese erfolgt in der Regel durch Bildung einer mehr oder weniger quer verlaufenden Einschnürung, wodurch der Körper in zwei Theile zerlegt wird, welche sich von einander loslösen und jeder die zu seiner Ausbildung nöthigen Gebilde erzeugen. Immer jedoch verlängert und theilt sich das Endoplast, und zwar so, dass bei jeder Hälfte des Thieres ein Theil bleibt. Knospung und Längstheilung kommen bei den freilebenden Infusorien nicht vor; was man dafür angesehen hat, rührt von dem entgegengesetzten Vorgang der Conjugation her. Balbiani, der Entdecker des letztern, schildert denselben bei *Paramaecium bursaria* folgendermassen:

»Die *Paramaecien* versammeln sich in grosser Anzahl entweder am Boden oder an den Wänden des Gefässes, in dem sie leben. Dort conjugiren sie sich paarweise, indem sie sich mit ihren Vorderenden dicht aneinander legen; in diesem Zustande bleiben sie fünf bis sechs Tage oder länger. Während dieser Periode bilden sich der Nucleus und der Nucleolus zu Geschlechtsorganen um.

1) Haeckel, »Zur Morphologie der Infusorien«, 1873.

»Der Nucleolus verwandelt sich in eine ovale, oberflächlich mit Längsstreifen versehene Kapsel. Früher oder später pflegt sich diese dann in zwei oder vier Theile zu theilen, welche selbständig wachsen und viele einzelne Kapseln bilden. Zur Zeit der Trennung stellt jede eine Kapsel mit einem Bündel von gekrümmten, in der Mitte dickeren und an den Enden dünneren Stäbchen (baguettes) dar.

»Der Nucleus vergrössert sich gleichfalls, und aus ihm gehen — in einer noch nicht ganz verständlichen Weise — kleine kuglige Körper, Ovula analog, hervor.

»Gewöhnlich treten etwa am fünften oder sechsten Tage nach der Conjugation die ersten Keime auf als kleine rundliche Körper, bestehend aus einer durch Essigsäure darstellbaren Membran und einem gräulichen, blassen, homogenen oder fast unmerklich gekörnelten Inhalt, in dem weder ein Nucleus noch eine contractile Vacuole zu erkennen ist. Diese Organe treten erst später auf. Die Beobachtungen von Stein nnd F. Cohn haben gezeigt, wie diese Embryonen den Mutterkörper in Gestalt von *Acineten* verlassen, die versehen sind mit geknöpften Tentakeln und echten Saugstielen, mittels deren sie eine Zeitlang an der Mutter hängen bleiben und sich von ihrer Substanz nähren. Allein ihre Untersuchungen haben uns über das schliessliche Schicksal der Jungen nicht aufgeklärt.

»Ich bin im Stande gewesen, dieselben eine lange Zeit nach ihrer Loslösung vom mütterlichen Organismus zu verfolgen und mich zu überzeugen, dass sie, nachdem sie ihre Tentakeln verloren, sich mit einem Wimperkleid bedecken und einen als eine Längsgrube auftretenden Mund erhalten, schliesslich zur elterlichen Form zurückkehren und in ihrem Innern die für dieses *Paramaecium* charakteristischen grünen Körnchen erzeugen, ohne eine weitere Metamorphose durchzumachen.«

In den Figuren 19—22 der Tafel IV seiner Arbeit bildet Balbiani alle Stadien, durch welche der acinetenförmige Embryo zum *Paramaecium* wird, ab.

Soweit es sich um die Thatsache der Conjugation, die Veränderungen im »Nucleolus« und die Entwicklung von Fäden in demselben mit der darauf folgenden Loslösung von durch Theilung des »Nucleus« entstandenen Massen handelt, sind diese Angaben von Balbiani nicht modificirt worden, während sie durch die Beobachtungen von Balbiani selbst, Claparède und Lachmann, Stein, Kölliker u. A. bei

Paramaecium bursaria, P. aurelia und andern Ciliaten vollkommen bestätigt worden sind.

Bei dem nahe verwandten *Paramaecium aurelia* ist das Vorkommen der verschiedenen Conjugationsstadien, der Verwandlung des »Nucleolus« in Bündel von Spermatozoën und die darauf folgende Theilung des »Nucleus« durch das übereinstimmende Zeugniss von Balbiani und Stein gleichfalls festgestellt worden. Dagegen behauptet Balbiani, dass bei dieser Art die aus der Theilung des »Nucleus« hervorgehenden hellen kugligen Körperchen aus dem Körper austreten, ohne sich weiter umzubilden, und er betrachtet sie als Ovula. Auch Stein giebt zu, dass er nie acinetenförmige Embryonen bei dieser Art gesehen habe.

Wie es scheint, auf Grund dieser negativen Beobachtungen an *Paramaecium aurelia* behauptet Balbiani in seinen spätern Veröffentlichungen, dass die nicht nur bei *Paramaecium*, sondern auch bei *Stylonychia*, *Stentor* und vielen andern ciliaten Infusorien beobachteten »acinetenförmigen Embryonen« gar keine Embryonen, sondern parasitische *Acineten* seien; er behauptet dies, ohne ausdrücklich die Angaben über seine eigene Beobachtung des Ueberganges der acinetenförmigen Embryonen von *Paramaecium bursaria* in die elterliche Form zurückzunehmen. Andrerseits hält Stein an der ursprünglichen Lehre fest und bringt gewichtige Gründe dafür bei: zu den schlagendsten Analogiebeweisen gehört der von Stein beobachtete Vorgang der geschlechtlichen Fortpflanzung bei dem peritrichen Infusorien.

Bei den *Peritrichen* (*Vorticelliden, Ophrydiden, Trichodiden*) findet eine Conjugation durch vollständige dauernde Verschmelzung von zwei bisweilen gleich grossen Individuen statt; in andern Fällen ist das eine viel kleiner als das andere und sieht dann, während es absorbirt wird, wie eine Knospe aus, wurde auch früher dafür gehalten. Die kleinen Individuen stammen in der Regel von einer Gruppe kleiner gestielter *Vorticellen* her, welche durch wiederholte Längstheilung einer *Vorticelle* von gewöhnlicher Grösse entstanden ist. Die Folge des Conjugationsactes besteht darin, dass die »Nuclei« der beiden Individuen entweder vor oder nach deren Verwachsung in eine Anzahl von Theilstücken zerfallen. Die Stücke können getrennt bleiben oder zu einer von Stein als *Placenta* bezeichneten Masse verschmelzen. Im ersteren Falle werden einige von den Theilstücken zu Keimen, während die anderen sich vereinigen, um einen

neuen »Nucleus« zu bilden; im letztern Falle stösst die Placenta eine Anzahl von Keimmassen aus und nimmt darauf die Gestalt eines gewöhnlichen »Nucleus« an. Die Keimmassen geben Theile ihrer Substanz, darunter einen Theil ihres »Nucleus«, ab, und diese verwandeln sich in wimpernde Embryonen, welche durch eine besondere Oeffnung ausschlüpfen. Geknöpfte Tentakeln wie bei den Acineten hat man bei den Embryonen der Peritrichen nicht beobachtet; auch hat man ihre Entwicklung nicht weiter verfolgt.

Wenn die als acinetenförmige Embryonen der *Ciliaten* betrachteten Körper wirklich solche sind, so stellen sie das Myxopodenstadium der *Catallacten* dar, und das Verhältniss der *Acineten* zu den *Ciliaten* wäre dann derart, dass Beide Modificationen eines gemeinsamen Typus wären, der sich von den *Catallacten* dadurch unterschiede, dass er statt der gewöhnlichen Pseudopodien Tentakeln besässe. Bei den *Acineten* wäre das tentakeltragende Stadium dauernd, das bewimperte vorübergehend, während bei den *Ciliaten* das bewimperte Stadium das dauernde, das tentakeltragende vorübergehend wäre.

Capitel III.

Die Poriferen und die Coelenteraten.

I. Die Poriferen oder Spongien (Schwämme).

Bei den *Protozoen* unterliegt, wie wir gesehen haben, der Keim keinem der »Dotterfurchung« der höhern Thiere und dem entsprechenden Vorgange, durch welchen die Eizelle jeder Pflanze mit Ausnahme der allerniedrigsten in einen zelligen Embryo sich verwandelt, analogen Theilungsvorgange. Es ist also kein Blastoderm vorhanden; der Körper des ausgebildeten Protozoons lässt sich nicht in mehr oder minder modificirte morphologische Einheiten oder Zellen auflösen, und der Darmcanal hat, wenn er überhaupt vorhanden ist, keine besondere Wand. Ferner ist das Vorkommen einer geschlechtlichen Fortpflanzung bei den meisten Protozoen zweifelhaft; und mit Ausnahme der Infusorien kennen wir aus keiner Gruppe etwas von männlichen Elementen in Form von fadenförmigen Spermatozoen, und selbst bei diesen ist die wahre Natur dieser Körper noch höchst zweifelhaft.

Bei allen *Metazoen* hat der Keim die Gestalt einer kernhaltigen Zelle. Der erste Schritt in dem Entwicklungsvorgange ist die Bildung eines Blastoderms durch Theilung dieser Zelle; und aus den Zellen des Blastoderms entstehen die histologischen Elemente des ausgebildeten Körpers. Mit Ausnahme gewisser Parasiten und der ausserordentlich stark umgebildeten Männchen einiger Arten besitzen alle diese Thiere eine von einer besondern Zellenschicht ausgekleidete bleibende Verdauungshöhle. Geschlechtliche Fortpflanzung kommt überall vor, und sehr allgemein, wenn auch keineswegs ausnahmslos, haben die männlichen Elemente die Form fadenförmiger Spermatozoen.

Das unterste Glied in der Reihe der *Metazoen* bilden unzweifelhaft die *Schwämme* (*Porifera, Spongia*), welche, nachdem sie lange Zeit zwischen Thier- und Pflanzenreich hin- und hergeschwankt haben, in neuerer Zeit von Allen, welche ihren Bau und ihre Functionen genügend ergründet haben, als Thiere erkannt sind.

Allein der Platz, welchen man den Schwämmen im Thierreiche anweisen soll, bildete und bildet auch jetzt noch den Gegenstand des Streites. Ein gewöhnlicher Schwamm besteht aus einem Haufen von Körperchen, die zum Theil den Charakter von Amoeben besitzen, zum Theil mit Monaden Aehnlichkeit haben; zieht man nun ausschliesslich diese ausgebildete Structur in Betracht, so ist die Vergleichung eines Schwammes mit einer Art von Protozoen-Colonie vollkommen zulässig und würde in Ermangelung anderer Thatsachen die Einreihung der Spongien unter die Protozoen rechtfertigen.

Allein in den letzten Jahren hat man die Entwicklung der Spongien eingehend erforscht, und wie in so vielen andern Fällen nöthigt uns die Erkenntniss dieses Vorganges zu einer andern Auffassung der ausgebildeten Verhältnisse.

Das befruchtete Ei unterliegt einer regelmässigen Theilung; es bildet sich ein aus zwei Zellschichten — dem Epiblast und dem Hypoblast — bestehendes Blastoderm, und das junge Thier hat die Gestalt einer tiefen Schale, deren Wandung aus zwei Schichten, einem *Ektoderm* und einem *Endoderm*, welche sich von dem Epiblast und dem Hypoblast herleiten, bestehen. Der Schwammembryo ähnelt in der That dem entsprechenden Stadium eines Hydrozoons, ist dagegen von allen bekannten Zuständen eines Protozoons verschieden.

Von diesem frühen Stadium an jedoch geht der Schwammembryo seinen eigenen Weg und sein späterer Zustand weicht gänzlich von allem bei den *Coelenteraten* Bekannten ab, die ihrerseits sämmtlich sowohl in ihrer weiteren Entwicklung wie in ihrem fertigen Zustande weitgehende Aehnlichkeit unter einander besitzen.

Es ist noch nicht lange her, dass der einzige Schwamm, über dessen Bau und Entwicklung wir genau unterrichtet waren, die *Spongilla fluviatilis*, der Süsswasserschwamm, war, der Gegenstand eingehender Untersuchungen von Lieberkühn und Carter. Neuerdings jedoch ist durch Lieberkühn, Oscar Schmidt und besonders Haeckel viel Licht auf die Morphologie und Physiologie der Meeresspongien, namentlich derjenigen mit Kalkskelet, der sog. Kalk-

schwämme (*Calcispongiae*), geworfen. Es hat sich herausgestellt, dass *Spongilla* eine etwas abweichende Form ist, und dass der Grundtypus der Poriferen-Organisation unter den Kalkschwämmen zu suchen ist. Bei den wenigst complicirten Kalkschwämmen besitzt der Körper die Form eines Bechers und ist mit seinem geschlossenen Ende festgewachsen. Das offene Ende ist das *Osculum*; es führt direct in den geräumigen *Ventriculus*, den Hohlraum des Bechers. Die verhältnissmässig dünne Wand dieses Bechers ist aus zwei Schichten zusammengesetzt, die sich nach ihrem Bau leicht unterscheiden lassen: die äussere ist das *Ektoderm*, die innere das *Endoderm*. Das Ektoderm ist eine durchsichtige, schwach körnige, gallertige Masse mit darin zerstreuten Kernen; im ausgebildeten Zustande findet sich jedoch keine Spur von der ursprünglichen Sonderung der Zellen, welche diese Kerne enthalten. Haeckel nennt die Masse deshalb ein *Syncytium*. Es ist elastisch und contractil und lässt manchmal etwas wie eine Faserung erkennen.

Das Endoderm dagegen wird von einer Schicht sehr deutlicher Zellen gebildet, von denen jede einen Kern und eine oder mehrere contractile Vacuolen enthält und an ihrem freien Ende in eine einzige lange Wimper oder Geissel ausgezogen ist. Um die Basis dieser letztern erhebt sich der durchsichtige äussere Theil des Zellprotoplasmas zu einem kragenartig vortretenden Rande, wodurch die Zelle eine auffallende Aehnlichkeit mit einigen Formen von flagellaten Infusorien erhält. Ueber die ganze Oberfläche des Bechers zerstreute mikroskopische Oeffnungen — die »Poren« — führen in kurze Gänge, welche das Ektoderm und Endoderm durchsetzen und so den Ventriculus mit der Aussenwelt in Verbindung bringen. Die Thätigkeit der Geisseln der Endodermzellen treibt das in der Magenhöhle enthaltene Wasser aus dem Osculum hervor; um diesen Ausfluss auszugleichen, treten kleine Ströme durch die Poren ein, die man deshalb »Einströmungsöffnungen« genannt hat, im Gegensatz zu dem Osculum, das als »Ausströmungsöffnung« bezeichnet wird. Die Richtung dieser Ströme soll jedoch schwankend sein; sicher ist auch, dass die Poren nicht constant sind, sondern zeitweilig oder dauernd geschlossen werden können, während sich an andern Stellen neue bilden.

Das Skelet der Kalkschwämme besteht immer aus einer Menge einzelner Nadeln (*Spicula*) aus einer mehr oder minder stark mit kohlensaurem Kalk, der sich um eine centrale, von der organischen Basis gebildete Achse ablagert, imprägnirten thierischen Substanz.

Dies Skelet entwickelt sich ausschliesslich im Ektoderm und wird von keinem andern Gerüst einer faserigen thierischen Substanz getragen.

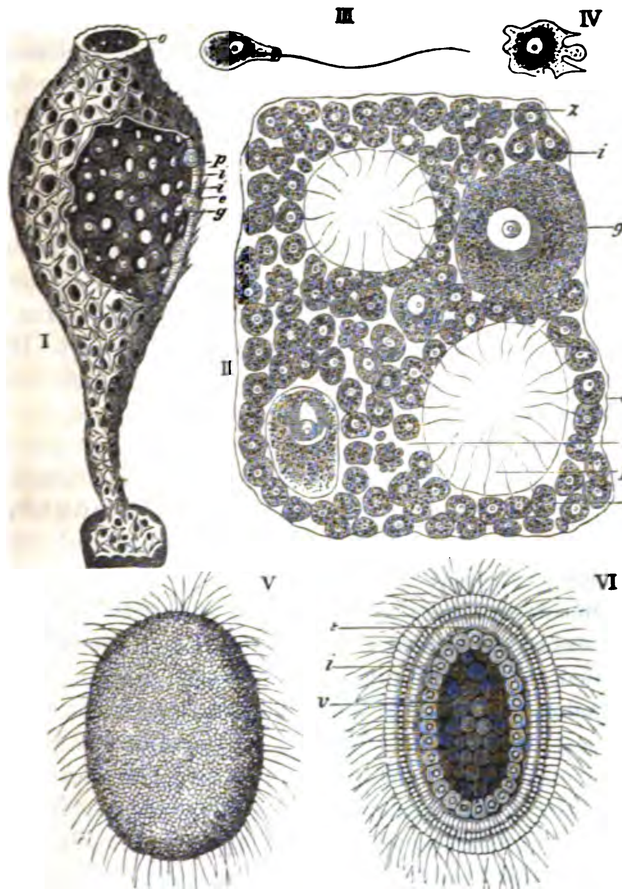


Fig. 11. — ***Ascetta primordialis*** **(nach Haeckel).**
I. Eine reife *Ascetta*, nach Entfernung einer Körperseite; *o.* die Ausströmungsöffnung; *p.* Einströmungsporen in der Körperwand; *i.* Endoderm; *e.* Ektoderm; *g.* Eier. Man sieht im Ektoderm die dreistrahligen Spicula liegen.
II. Ein Theil des Endoderms mit zwei Poren (*p*); *i.* Endodermzellen; die am Rande der Poren stehenden haben ihre Geisseln nach innen gekehrt; *e.* Ektoderm = Syncytium; *g.* Eier; *z.* Samenzellen.
III. Eine monadenförmige Endodermzelle.
IV. Eine Endodermzelle mit eingezogener Wimper und den Charakteren einer Amoebe.
V. Der bewimperte Embryo von *Ascetta mirabilis*.
VI. Derselbe Embryo im optischen Längsschnitt; *e.* Epiblast; *i.* Hypoblast; *v.* Blastocoel.

Die Kalkschwämme sind häufig, wenn nicht gar immer, hermaphroditisch. Die Fortpflanzungselemente sind Eier und Spermato-

zoen. Wahrscheinlich entstehen die Letztern in metamorphosirten Zellen des Endoderms; man findet sie wenigstens zwischen den gewöhnlichen Zellen desselben zerstreut. Die Eier andrerseits trifft man bald zwischen den Endodermzellen, bald in dem Syncytium selbst. Die Frage nach dem Ursprung der Geschlechtselemente bei diesen und andern Thieren bedarf jedoch weiterer Untersuchungen. Die Spermatozoen sind sehr zart und besitzen kleine stabförmige Köpfe mit langen Schwänzen. Die Eier haben wie gewöhnlich Keimblase und Keimfleck, führen jedoch amöboide Bewegungen aus.

Die Befruchtung und die Bildung der ersten Entwicklungsstadien erfolgt, noch ehe das Ei den Körper des Schwammes verlassen hat.

Metschnikoff [1]) hat in neuerer Zeit die Entwicklung von *Sycon ciliatum* beschrieben. Das Ei wird nach der Befruchtung zur Morula mit einer centralen Furchungshöhle oder einem *Blastocoel*. Die Furchungszellen der beiden Hälften der Morula nehmen aber verschiedene Eigenschaften an: diejenigen der einen Hälfte verlängern sich und erhalten geisselförmige Wimpern, während die der entgegengesetzten Hälfte kuglig bleiben und keine Wimpern entwickeln. Die Letztern verschmelzen nun zu einem Syncytium und entwickeln Kalknadeln, während die Wimperzellenschicht sich in das Syncytium einstülpt. Häufiger scheint sich jedoch eine Gastrula durch Einstülpung der Morula zu bilden, deren Ektoderm beschaffen ist wie das Endoderm des ausgebildeten Thieres, während die Endodermzellen oder die den Gastrulahohlraum auskleidende Schicht wimperlos ist. Der Embryo verlässt das Mutterthier und schwimmt mittels der Geisseln, welche die äussere Fläche des Ektoderms bedecken, umher. Nach einiger Zeit setzt er sich mit dem geschlossenen Ende fest; die Geisseln der Ektodermzellen werden eingezogen, die Zellen selbst platten sich ab und verschmelzen so vollständig, dass ihre Grenzen unkenntlich werden und das Ektoderm in ein Syncytium sich umwandelt. Gleichzeitig vermehren sich die Endodermzellen, wachsen in die Länge und nehmen die Gestalt an, welche beim ausgebildeten Thier für sie charakteristisch ist. In diesem Zustande heisst der junge Schwamm eine *Ascula*. Der Uebergang zum fertigen Thier erfolgt dadurch, dass sich im Syncytium Spicula entwickeln und einige der das Syncytium bildenden Zellen so auseinander weichen, dass dadurch die Einströmungsporen entstehen.

1) »Zur Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme« — Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Bd. XXIV.

Bei den einfachsten Kalkschwämmen, welche die von HAECKEL als *Ascones* bezeichnete Familie bilden, ist die Wandung des Ventriculus dünn und die Poren öffnen sich direct in die Ventrikelhöhle; bei einer andern Familie, den *Leucones*, dagegen verdickt sich das Syncytium bedeutend, und die Poren verlängern sich infolge dessen zu Canälen (welche sich verästeln und anastomosiren können), welche den Ventriculus mit der äussern Umgebung in Verbindung setzen. Die Endodermzellen, welche hier, wie bei den *Asconen*, anfangs eine zusammenhängende Schicht bilden, beschränken sich schliesslich auf die Canäle oder gar auf locale Erweiterungen derselben, die sog. »Geisselkammern.«

Dasselbe relative Zurücktreten des Ektoderms mit darauf folgender Entwicklung von Gängen, welche die Masse des Schwammes durchsetzen und von Strecke zu Strecke mit Geisselkammern versehen sind, findet sich bei den Kieselschwämmen, bei denen die Spicula, wenn solche vorhanden sind, aus Kieselablagerungen bestehen; hier liegen dann in der Regel diese Nadeln in einem mehr oder minder vollständigen Skelet von einer zähen thierischen als *Keratose* bezeichneten Substanz. *Halisarca* hat weder Skelet noch Nadeln, und der feinere Bau der merkwürdigen Bohrschwämme — der *Clionae* — ist noch nicht aufgeklärt.

Haliphysema und *Gastrophysema*, HAECKEL, scheinen Schwämme zu sein, welche über das Gastrulastadium nicht hinauskommen und so ein Bindeglied zwischen den *Spongien* und den *Hydrozoen* bilden.

Der Süsswasserschwamm (*Spongilla*) ist mit grosser Sorgfalt von LIEBERKÜHN untersucht; ich gebe hier auf Grund seiner Schilderungen eine eingehende Beschreibung, da die *Spongilla fluviatilis* ein Object ist, das einem Jeden leicht zugänglich ist.

Der Süsswasserschwamm lebt an den Ufern von Canälen und Bächen und an schwimmenden Balken, in Form dicker krustenbildender Massen von gewöhnlich grüner Farbe. An der Oberfläche liegen unregelmässige kegelförmige Erhebungen, die an ihrer Spitze wie kleine vulkanische Kratere durchbohrt sind, und von diesen Ausströmungstrichtern, welche den *Oscula* der Kalkschwämme entsprechen, gehen beständig Wasserströme aus. Durch sorgfältige Untersuchung der Oberfläche der *Spongilla* zwischen diesen Ausströmungskrateren überzeugt man sich, dass diese von einer zarten Haut gebildet wird, die von der tieferliegenden Masse des Schwammes durch eine Anzahl unregelmässiger Hohlräume getrennt ist. In

manchen Fällen fliessen diese zu einer grossen Wasserkammer zusammen. Die oberflächlichen Kammern stehen mit dem äussern Wasser durch Poren in Verbindung, welche die Haut durchbohren, den in der äussern Fläche der Ventrikelwand eines einfachen Kalkschwammes angebrachten Löchern entsprechen und auch als Einströmungsöffnungen dienen. An der innern Fläche oder dem Boden der oberflächlichen Kammern finden sich die Mündungen zahlreicher Canäle, welche die tiefer gelegene Masse der *Spongilla* nach allen Richtungen durchsetzen und sich früher oder später zu Gängen vereinigen, welche direct in die Hohlräume der Ausströmungskratere führen. Von Strecke zu Strecke sind Erweiterungen in den Canälen angebracht und von den charakteristischen monadenförmigen Endodermzellen ausgekleidet, welche hier auf die Wandung dieser Geisselkammern beschränkt sind. Durch die Thätigkeit der Wimpern dieser Zellen treten beständig Strömungen durch die Einströmungsöffnungen ein und durch die Ausströmungskratere aus. Der ganze Apparat wird gestützt und verstärkt durch ein Skelet, das erstens aus Hornbändern und -Fäden und zweitens aus Kieselnadeln besteht, die meistens an beiden Enden spitz sind und einen feinen, von nicht verkieselter Substanz erfüllten Centralcanal besitzen. Die Individualität dieser Thiere ist so wenig ausgebildet, dass zwei Spongillen, die man mit einander in Berührung bringt, in kurzer Zeit verschmelzen; andrerseits können sie sich willkürlich theilen, oder man kann sie auch künstlich in mehrere Stücke zerlegen, von denen jedes selbständig weiterlebt.

In der tiefergelegenen Masse des Körpers findet, namentlich im Herbst, ein der Cystenbildung, wie sie bei den *Protozoen* so häufig ist, ähnlicher Vorgang statt. Eine Anzahl bei einander liegender Schwammtheile verlieren ihr körniges Aussehen, füllen sich mit hellen, stark lichtbrechenden Körnchen, und ihre Kerne werden unsichtbar. Die sie umgebenden Elemente legen sich dicht aneinander und sondern Hornhüllen ab, welche mit denen der benachbarten Elemente verschmelzen. Im Innern einer jeden solchen Hülle bildet sich ein eigenthümlicher Kieselkörper, aus zwei durch eine Axe verbundenen Rädern bestehend. Während diese »Amphidisken« wachsen, verschwindet das Protoplasma des Körperchens, und schliesslich bleibt Nichts übrig als die Hornhülle mit den darin liegenden Amphidisken, die senkrecht zur Oberfläche derselben angeordnet sind. An einer Stelle der kugligen Hülle bleibt eine kleine

Oeffnung, und so ist der sog. »Same« der *Spongilla* fertig. Er bleibt den ganzen Winter über unverändert liegen; wenn es jedoch wieder warm wird, dann schlüpfen die innerhalb der Hülle des »Samens« oder richtiger der Cyste liegenden Schwammelemente langsam durch den Porus hervor, erhalten Ein- und Ausströmungs-Oeffnungen und -Canäle und entwickeln die charakteristischen Spicula einer jungen *Spongilla*.

Dieser Encystirungsvorgang, der als eine Art Knospung betrachtet werden kann, der Fortpflanzung mancher Pflanzen durch Knollen entsprechend, ist bei Meeresspongien noch nicht beobachtet worden.

In derselben Weise wie bei den Kalkschwämmen kommt geschlechtliche Fortpflanzung vor; der Embryo durchläuft ein Morula- und ein Planulastadium. Allein die Wimperzellen, welche die Aussenschicht der letztern bilden und deren Bewegungsapparat darstellen, scheinen zu verschwinden, wenn der Embryo sich anheftet, und der Körper, die junge *Fibrospongie*, scheint sich aus den innern Zellen zu entwickeln, welche inzwischen Spicula erzeugt haben. Die nähern Vorgänge der Entwicklung der *Fibrospongien* bedürfen jedoch noch weiterer Aufklärung.

Sowohl bei den Meeres- als auch bei den Süsswasserspongien haben mehrere Beobachter die Aufnahme fester Körper — wie Carmin und Indigo — durch die monadenförmigen Endodermzellen gesehen. Nach Haeckel können die festen Theilchen, welche gewöhnlich zwischen der Geissel und dem Kragen aufgenommen werden, auch an andern Stellen der Endodermzellen eintreten. Bei solchen Versuchen findet man Körnchen des Farbstoffs auch im Ektoderm, doch weiss man nicht, ob sie direct oder indirect dorthin gelangen. Die Schwämme absorbiren Sauerstoff und scheiden Kohlensäure aus mit grosser Geschwindigkeit, und bei der Art und Weise, wie sie das Wasser, in dem sie leben, verunreinigen und für andere Organismen schädlich machen, liegt es nahe zu vermuthen, dass sie auch stickstoffhaltige Stoffe abscheiden.

Das Syncytium kann sich als Ganzes contrahiren oder auch örtlich beschränkte Contractionen ausführen, so wenn die Oscula und die Poren sich schliessen oder öffnen. Die Umrisse der Zellen, aus denen es besteht, sind im frischen Zustande unsichtbar, und dieselben erscheinen deshalb als eine blosse »Sarkode« oder eine durchsichtige gallertige contractile Substanz, in welche hie und da Kerne und Körnchen eingelagert sind. Allein Lieberkühn hat gezeigt, dass,

wenn man das Wasser, in dem eine *Spongilla* lebt, erwärmt, bis Wärmestarre des Zellprotoplasmas eintritt, die Grenzen auf einmal hervortreten und gewöhnlich die Zellen sich von einander loslösen.

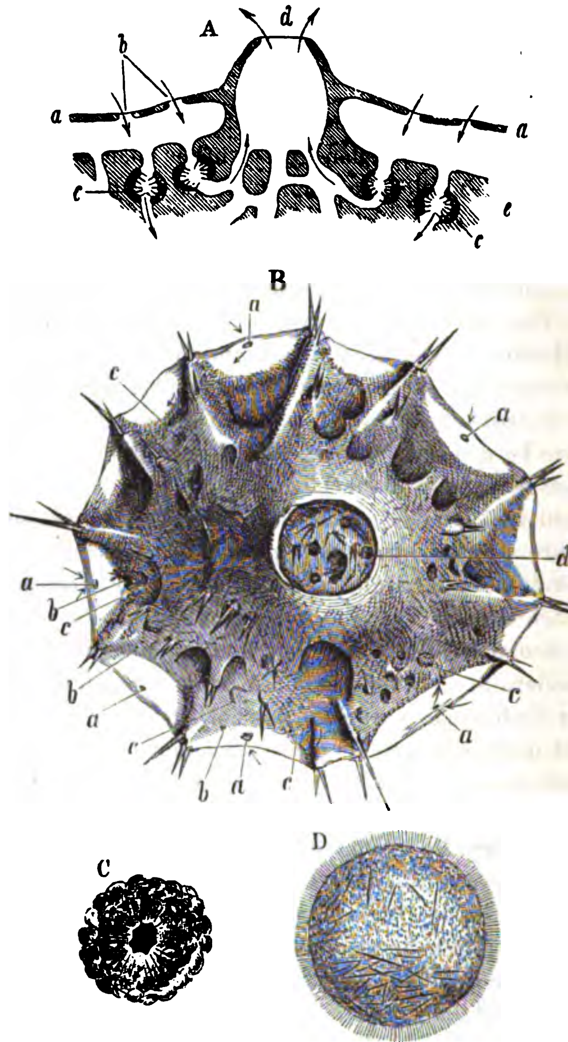


Fig. 12. — *A.* Hypothetischer Schnitt durch eine *Spongilla*; *a.* oberflächliche Schicht; *b.* Einströmungsöffnungen; *c.* Wimperkammern; *d.* eine Ausströmungsöffnung: *e.* tiefere Substanz des Schwammes. Die Pfeile deuten die Richtung des Wasserstromes an. *B.* Eine kleine *Spongilla* mit einer einzigen Ausströmungsöffnung, von oben gesehen (nach LIEBERKÜHN); *a.* Einströmungsöffnung; *c.* Wimperkammern; *d.* Ausströmungsöffnung. *C.* eine Wimperkammer. *D.* ein frei schwimmender bewimperter Embryo.

Das Syncytium entsteht also durch enge Aneinanderlagerung, nicht durch thatsächliche Verschmelzung der Zellen des Körpers.

Die *Poriferen* treten in drei Hauptformen auf — als *Myxospongiae*, *Calcispongiae* und *Fibrospongiae*. Den *Myxospongien* fehlt das Skelet gänzlich; die *Calcispongien* besitzen Kalknadeln, aber kein faseriges Hornskelet, und die *Fibrospongien* haben ein fasriges Skelet und (in der Regel) Kieselnadeln. Dazu kommen wahrscheinlich als eine vierte Form die *Clioniden*, welche eines Faserskelets entbehren, aber Kieselnadeln sehr eigenthümlicher Art besitzen, mit deren Hülfe sie im Stande sind, sich parasitisch in Muschelschalen einzubohren. *Haliphysema* und *Gastrophysema* endlich scheinen noch einfacher als die Myxospongien zu sein.

Die Abtheilung der *Myxospongien* enthält nur die gallertige *Halisarca*. Die *Calcispongien* umfassen ausser den beiden bereits erwähnten Familien der *Ascones* und *Leucones* noch eine dritte, die *Sycones*, welche im Wesentlichen zusammengesetzte Asconen sind. Die *Fibrospongien* sind nach Form und Bau sehr mannichfaltig. Sie können die Gestalt flacher oder kugliger Massen, baumartig verzweigter Gebilde, peitschenartiger Stränge oder weiter oder tiefer Becher annehmen. Der in den Handel gebrachte Badeschwamm verdankt seine Brauchbarkeit dem Umstande, dass sein reich entwickeltes Faserskelet keine Spicula enthält. Dagegen erreichen bei *Hyalonema* und *Euplectella* die Kieselnadeln eine wunderbare Entwicklung und äusserst complicirte Anordnung. Bei der letztgenannten Gattung bilden sie ein Fasernetz mit regelmässigen polygonalen Maschen. Es scheinen die Vertreter der *Ventriculiten* zu sein, welche in den Meeren der Kreidezeit so gemein waren.

Die Spongien leben zahlreich in allen Meeren; *Spongilla* ist die einzige Süsswasserform. *Clioniden* existirten schon in der Silurzeit; die reichlichsten Spongienreste hat jedoch die Kreide geliefert.

II. Die Coelenteraten.

Diese Gruppe der Metazoen umfasst die gewöhnlich als Polypen, Quallen oder Medusen, Seerosen und Korallen bekannten Thiere. Sie umfasst zwei wohlunterschiedene Formenreihen, die *Hydrozoen* und die *Actinozoen*.

Die Hydrozoa. — Das Grundelement im Bau dieser Gruppe ist

das *Hydranth* oder das *Polypit*. Dies ist wesentlich ein Sack, der an einem Ende eine Einströmungs- oder Mundöffnung hat, die in eine Verdauungshöhle führt. Die Wand des Sacks besteht aus zwei zelligen Häuten, deren äussere das *Ektoderm* und deren innere das

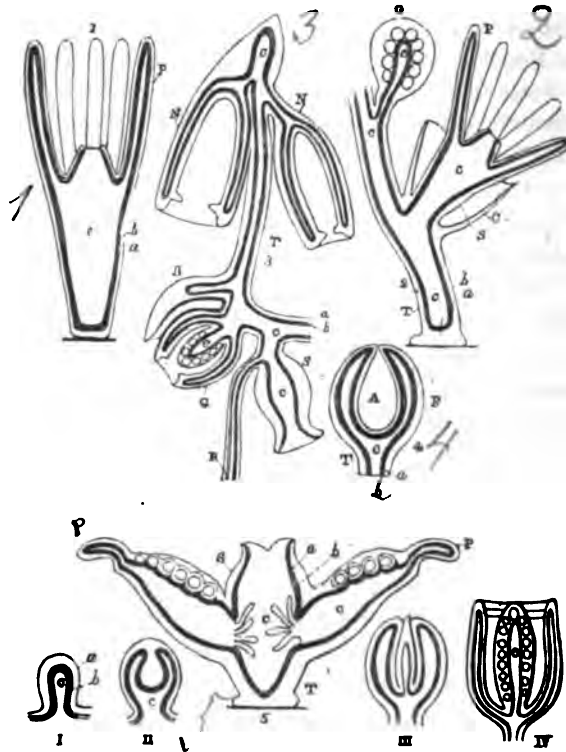


Fig. 18. — Diagramme zur Veranschaulichung der gegenseitigen Beziehungen der Hydrozoen.
1. Hydra. 2. Sertularide. 3. Calycophoride. 4. Physophoride. 5. Lucernaride.
a. Ektoderm. *b*. Endoderm. *c*. Verdauungs- und Körperhöhle.
P. Tentakeln. *N*. Nectocalyx. *T*. Coenosark. *B*. Hydrophyllium. *C*. Hydrotheca. *S*. Hydranth. *G*. Gonophor. *A*. Luftblase im Pneumatophor *F*.
I., II., III., IV. stellen die aufeinander folgenden Entwicklungsstufen eines medusenförmigen Gonophors dar.

Endoderm heisst; die erstere hat den morphologischen Werth der Epidermis der höhern Thiere, die letztere denjenigen des Darmepithels[1]. Zwischen diesen beiden Schichten kann sich eine dritte

---

1) »Der Körper jedes Hydrozoons ist im Wesentlichen ein Sack, der aus zwei Membranen zusammengesetzt ist, einer äussern und einer innern, die man passend als *Ektoderm* und *Endoderm* bezeichnet hat. Der Hohlraum des Sackes,

— das *Mesoderm*, — welche die bei höhern Thieren zwischen der Epidermis und dem Darmepithel liegenden Gebilde repräsentirt, entwickeln und manchmal eine bedeutende Dicke erreichen; doch

der *Körperhöhle* (*somatic cavity*) genannt wird, enthält eine Flüssigkeit, die mit gelösten Nahrungsstoffen beladen ist und manchmal auch, wenn nicht immer, mit darin schwebenden festen Theilchen, welche die Functionen des Blutes bei Thieren höherer Organisation ausüben, und als *Körperflüssigkeit* (*somatic fluid*) bezeichnet werden mag . . . . Trotz der äusserst mannichfaltigen Form der Hydrozoen und der grossen Zahl und Complicirtheit der Organe, welche manche von ihnen besitzen, verlieren sie niemals die Spuren dieser ursprünglichen Einfachheit der Organisation; nur selten wird sie in erheblichem Masse versteckt . . . . Diese wichtige und klar daliegende Eigenthümlichkeit ihres Baues konnte nicht unbeachtet bleiben, und ich finde sie beobachtet von Trembley, Baker und Laurent, Corda und Ecker bei *Hydra;* von Rathke bei *Coryne;* von Frey und Leuckart bei *Lucernaria;* und in der zweiten Ausgabe von Cuviers »Leçons« wird sie als ein Charakter der Hydroidpolypen im Allgemeinen (*Hydrae, Corynidae* und *Sertularidae*) hingestellt. Ich habe sie als den allgemeinen Bauplan der Hydroidpolypen, *Diphyden* und *Physophoriden*, in einer im Jahre 1847 aus Australien an die Linnean Society eingeschickten, aber erst 1849 dort verlesenen Abhandlung[1]) nachgewiesen; und in einer 1849 vor der Royal Society verlesenen »Abhandlung über die Anatomie und die Verwandtschaften der *Medusen*«[2]) habe ich die Verallgemeinerung auf die gesammten *Hydrozoen* ausgedehnt.

»Prof. Allman hat in seiner werthvollen Abhandlung »über Cordylophora« (Phil. Trans. 1853) dieses morphologische Gesetz angenommen und bestätigt und die zweckmässigen Ausdrücke »Ektoderm« und »Endoderm« für die äussere und die innere Membran eingeführt, und Gegenbaur (»Beiträge zur näheren Kenntniss der Schwimmpolypen,« 1854, S. 42) hat sie theilweise an *Apolemia* und *Rhizophysa* belegt; allein merkwürdiger Weise scheint es einigen andern ausgezeichneten deutschen Beobachtern, auf deren neuere wichtige Forschungen ich so oft Gelegenheit haben werde, hinzuweisen, entgangen zu sein. Die Eigenthümlichkeit im Bau der Körperwandungen von Hydrozoen, von der ich eben rede, hat ein besonderes Interesse durch ihre Bedeutung für die Wahrheit (denn bei gehöriger Beschränkung ist es eine grosse Wahrheit), dass eine gewisse Aehnlichkeit zwischen den ausgebildeten Stadien der niederen Thiere und den Embryonalstadien der höher organisirten besteht.

»Denn bekanntlich ist auf einem sehr frühen Stadium der Keim selbst der höchsten Thiere ein mehr oder minder vollkommner Sack, dessen dünne Wandung sich in zwei Membranen theilen lässt, eine innere und eine äussere; letztere ist der Aussenwelt zugekehrt, erstere steht in Beziehung zu der Ernährungsflüssigkeit, dem Dotter. Die innere Schicht unterliegt, wie besonders Remak

1) »Observations upon the anatomy of the Diphydae, and the unity of organisation of the Diphydae and Physophoridae.« Ein Auszug aus diesem Aufsatz wurde im Jahre 1849 in den »Proceedings of the Linnean Society« veröffentlicht.

2) »Memoir on the anatomy and affinities of the Medusae.«

ist sie eine secundäre Bildung, die bei den niedern *Hydrozoen* gar nicht sichtbar ist.

Alle *Hydrozoen* sind mit »Tentakeln« versehen. Dies sind langgestreckte und bisweilen fadenförmige Greiforgane, die in der Regel Auswüchse des Ektoderms und Endoderms zugleich sind, aber auch nur von einem derselben ausgehen können.

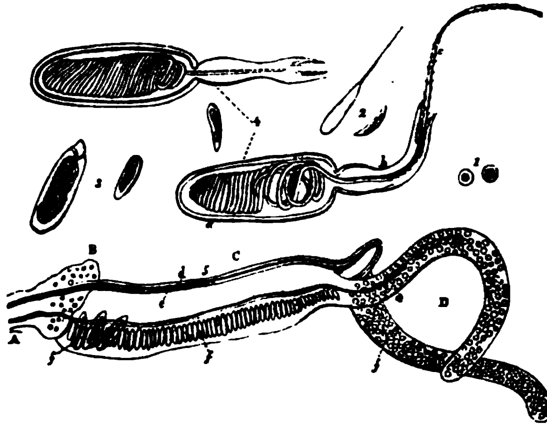


Fig. 14. — Sack eines Tentakels mit Nesselkapseln von einer *Athorybia*. *A.* Stiel und *B.* Involucrum des Sackes *C.*; *D.* Fäden; *d.* Ektoderm; *e.* Endoderm; *f.* Nesselkapseln; 1. kleine Nesselkapseln der Fäden und des Involucrums; 2. 3. grössere Nesselkapseln des Sackes; 4. grösste Nesselkapseln.

Sehr allgemein sind in den Geweben der *Coelenteraten* »Nesselkapseln« oder *Nematocysten* verbreitet. In ihrer vollkommensten Form besteht eine Nesselkapsel aus einem elastischen, dickwandigen Sack, in dessen Innern ein langer, oft gesägter oder mit Stacheln besetzter Faden aufgerollt liegt. Der Faden ist hohl und hängt mit der Wandung des Sackes an seinem dickern basalen Ende zusammen, während das andere spitze frei ist. Bei sehr leisem Druck schon wird der Faden rasch hervorgeschleudert, anscheinend durch eine Art

---

nachgewiesen hat, nur geringen histologischen Veränderungen und bleibt während des ganzen Lebens vorzugsweise den Ernährungsfunctionen gewidmet, während die äussere durch mannichfache Differenzirungen ihres Gewebes jene complicirten Gebilde erzeugt, welche wir als Integument, Knochen, Muskeln, Nerven und Sinnesapparate kennen, und welche besonders den Verkehrsfunctionen (functions of relation) dienen. Gleichzeitig entstehen die verschiedenen Organe durch einen Knospungsvorgang aus der einen oder der andern dieser primären Keimschichten.

Umstülpung, und die Nesselkapsel erscheint jetzt als ein leerer Sack, an dessen einem Ende ein an seiner Basis oft mit zwei oder drei Stacheln versehener langer Faden hängt. Viele *Coelenteraten* und ganz besonders die *Physalia* erregen, wenn ihre Arme mit der menschlichen Haut in Berührung gerathen, ein heftiges Brennen oder »Nesseln«, woraus man schliessen kann, dass die Nematocysten eine ähnliche Wirkung auf die Körper derjenigen Thiere ausüben, welche von den Polypen und Quallen ergriffen und verzehrt werden.

Was die Existenz eines Nervensystems bei den *Hydrozoen* betrifft, so hat man sehr verschiedene Meinungen aufgestellt, und es ist wol zweifelhaft, ob das Problem schon seine endgültige Lösung gefunden hat. Ich habe oben schon Kleinenbergs Ansicht erörtert, dass die verästelten Verlängerungen der innern Enden der Ektodermzellen von *Hydra*, welche in die zwischen Ektoderm und Endoderm liegenden Längsfasern ausgehen, Nerven in ihrem frühesten Differenzirungsstadium sein möchten. Haeckel beschreibt ein Nervensystem bei *Glossocodon* und *Carmarina*. Es besteht aus einem ringförmigen Bande, das an der Innenseite des Ringcanals der glockenförmigen Schwimmorgane dieser *Medusen* liegt und an der Basis jeder Lithocyste eine Ganglienanschwellung besitzt. Von diesen acht Ganglien

---

»Ebenso bei den Hydrozoen: das Ektoderm erzeugt die harten Integumentalgebilde, die wichtigern Muskelfasermassen und diejenigen Organe, die wir Grund haben, für Sinnesorgane zu halten, während das Endoderm nur sehr geringe Umbildungen erfährt. Und alle Organe eines Hydrozoons entstehen durch Knospung aus dem einen oder dem andern dieser ursprünglichen Membranen; gewöhnlich tritt der neue Theil zuerst als ein papillenartiger Fortsatz beider Membranen auf, der natürlich ein Divertikel der Leibeshöhle umschliesst.

»Es besteht also eine wirkliche, echte Analogie zwischen dem ausgebildeten Hydrozoon und dem embryonalen Wirbelthier; allein ich brauche wol kaum zu sagen, dass keineswegs die Annahme gerechtfertigt ist, die Hydrozoen seien jetzt in irgend einem Sinne »Hemmungsbildungen« höherer Thiere. Das Einzige, was man mit Recht behaupten kann, ist, dass das Hydrozoon eine Strecke weit dieselbe grosse Strasse der Entwicklung zurücklegt wie die höhern Thiere, ehe es abschwenkt und dem Wege folgt, der es seiner besondern Bestimmung zuführt.«

In diesen Sätzen meines Werkes über »Oceanic Hydrozoa« (1859) habe ich den in der erwähnten »Abhandlung über die Medusen« ausgesprochenen Gedanken ausgeführt, dass »die äussere und innere Membran dieselbe physiologische Beziehung zu einander zu haben scheinen wie die serösen und Schleimschichten des Keimes.« Das die Beziehungen der verschiedenen Hydrozoen-Gruppen darstellende Diagramm (Fig. 13) wurde in den »Medical Times and Gazette« vom Juni 1856 veröffentlicht.

sind diejenigen vier, welche den Mündungen der Radiärcanäle in den Ringcanal entsprechen, die grössern. Jedes von ihnen giebt vier Aeste ab, von denen einer dem Radiärcanal bis zu dem centralen Polypiten oder dem Mundstiel (Manubrium) folgt, während zwei andere zu den benachbarten Tentakeln und einer zur Lithocyste treten[1].

Es kann wol kaum ein Zweifel bestehen, dass die *Lithocysten*, Mineraltheilchen enthaltende Säcke, welche man so häufig bei den Medusen findet, Gehörorgane sind, während die Pigmentmassen mit eingelagerten lichtbrechenden Körpern, welche oft mit den Lithocysten zusammen vorkommen, unzweifelhaft Augen sind. Die Lithocysten ragen in der Regel, doch nicht immer frei hervor, und der eine oder die vielen festen Körper, welche dieselben enthalten, sind von besondern Hüllen umschlossen. Bei den *Geryoniden* scheint ihr Bau complicirter zu sein als bei den übrigen Medusen (Haeckel, a. a. O.).

Die Elemente der geschlechtlichen Fortpflanzung sind Eier und Spermatozoen. Den Eiern fehlt oft eine Dotterhaut. Die ausgebildeten Geschlechtselemente liegen zwischen dem Ektoderm und Endoderm jenes Theiles der Körperwand, an dem sie auftreten. Bei *Hydractinia* scheinen die Eier, wie bereits erwähnt, umgebildete Endodermzellen, die Spermatozoen umgebildete Ektodermzellen zu sein; allein es bleibt noch eine Frage, wie weit diese Regel allgemeine Anwendung findet.

Gewöhnlich erfährt diejenige Körperstelle, wo die Geschlechtsorgane entstehen, eine besondere Umbildung, ehe die Fortpflanzungselemente darin auftreten; es bildet sich ein eigenthümliches Organ, das *Gonophor*. In seinem einfachsten Zustande ist das Gonophor nichts als ein sackförmiges Divertikel oder äusserer Fortsatz der Leibeswand. Allein von diesem Zustande an nimmt das Gonophor alle möglichen Complicationen an, bis es die Gestalt eines glockenförmigen Körpers erreicht, der wegen seiner Aehnlichkeit mit einer Meduse oder Qualle ein *Medusoid* heisst[2].

---

1) Haeckel, »Beiträge zur Naturgeschichte der Hydromedusen«. Die anatomische Anordnung dieses Nervensystems steht sehr gut in Einklang mit den wichtigen Beobachtungen von Romanes über das Locomotionssystem der Medusen (Proceed. 1875; Phil. Trans. Royal Society. 1876). (Zu ähnlichen Resultaten hatten schon vor Romanes die Theilungsversuche an Medusen von Eimer geführt, welche zuerst im December 1873 der medic. physik. Gesellschaft in Würzburg vorgelegt wurden. D. Uebers.)

2) Bei der Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse von dem Ursprung vieler

In seiner vollkommensten Form besteht das Medusoid aus einer Scheibe von der Gestalt einer flachen oder tiefen Schale (*Nectocalyx*); von dem Centrum der Concavität geht ein als *Manubrium* (Mundstiel) bezeichneter Sack aus. Der Hohlraum dieses Sackes setzt sich in etliche symmetrisch angeordnete, meist in der Vierzahl vorhandene Canäle fort, welche von dem Centrum der Scheibe nach der Peripherie hin ausstrahlen, wo sie in den ringförmigen Randcanal münden. Eine häutige, concentrisch angeordnete, Muskelfasern enthaltende Falte, das *Velum*, ist am innern Umfang der Glockenmündung befestigt und springt wie ein Bort in das Innere derselben vor. Gewöhnlich sind am Rande der Glocke, der auch Tentakeln abgeben kann, Lithocysten entwickelt. Das an seinem freien Ende offene Manubrium kann nach Function und Bau ein Hydranth sein und die Ernährung des Medusoids besorgen, wenn dies von dem *Hydrosoma* oder dem Körper des Hydrozoons getrennt ist. Mag sein Bau aber auch noch so complicirt sein, immer beginnt das Medusoid als ein einfacher knospenartiger Auswuchs, der sich an seinem freien Ende verdickt: der centrale Theil dieser Verdickung wird zum Manubrium, während der periphere durch Abspaltung vom Manubrium sich in die Scheibe verwandelt (Fig. 13). Eine ungetheilte Verlängerung der Leibeshöhle setzt sich in das Manubrium fort, während mehrere, gewöhnlich vier, symmetrisch angeordnete Divertikel in den Nectocalyx eintreten und zu dessen Radiärcanälen werden. Die distalen Enden dieser letzteren geben dann seitliche Aeste ab, welche verwachsen und so den Ringcanal erzeugen.

Bei manchen von diesen medusoiden Gonophoren entwickeln sich die Fortpflanzungselemente bereits, während das Gonophor noch am Hydrosom festsitzt, und dann treten sie immer in der Wand des Manubriums auf. In andern Fällen löst sich indessen das Medusoid vor der Entwicklung der Fortpflanzungselemente ab und wächst unter selbständiger Nahrungsaufnahme bedeutend, ehe Eier und Spermatozoen auftreten. Früher oder später jedoch entwickeln sich auch hier die Geschlechtsorgane, und zwar entweder in der Wand des Manubrium-Hydranths oder in derjenigen der Canäle des Nectocalyx des Medusoids.

---

medusenförmigen *Hydrozoen* ist es schwierig, irgend eine Terminologie mit strenger Consequenz anzuwenden. Beschränken wir den Ausdruck »Medusoid« auf solche Körper, die wir bestimmt als durch Knospung entwickelte Gonophoren kennen, so können wir »Meduse« in einem allgemeinen Sinne als gleichbedeutend mit dem Trivialnamen »Qualle« gebrauchen.

Auf einer früheren Stufe seines Daseins stellt jedes Hydrozoon ein einziges Hydranth dar; bei der grossen Mehrzahl der Hydrozoen entwickeln sich jedoch durch Knospung oder Theilung neue Hydranthen aus diesem ersten. In dem ersten Falle ist die Knospe fast immer ein Auswuchs oder Divertikel des Ektoderms und Endoderms, in den sich ein Fortsatz der Körperhöhle hineinerstreckt. Manchmal löst sich das durch Knospung gebildete Hydranth vom Körper ab; in vielen Fällen aber bleiben die aus dem primären Hydranthen entwickelten Knospen unter einander durch einen gemeinsamen Stamm, das *Coenosark*, verbunden und erzeugen so einen zusammengesetzten Körper oder ein *Hydrosom*.

Bei vielen *Hydrozoen* erzeugt das Ektoderm eine harte Cuticularhülle, und bei einigen (*Campanularidae*, *Sertularidae*, Fig. 13. 2) nimmt diese die Gestalt eines Gehäuses an — der *Hydrotheca* — in das sich das Hydranth mehr oder minder vollständig zurückziehen kann. Bei andern Hydrozoen erhalten die Hydranthen schützende Hüllen durch die Entwicklung von Fortsätzen der Leibeswand, die zu dicken, mannichfaltig gestalteten glashellen Lamellen werden. Diese Anhänge heissen *Hydrophyllien* (Fig. 13. 3).

Gewisse Gruppen ferner (die *Calycophoriden* und die meisten *Physophoriden*) sind mit glockenförmigen Schwimmorganen ausgerüstet, welche durch Metamorphose der Seitenknospen des Hydrosoms entstehen. Diese Nectocalyces haben den Bau eines manubriumlosen Medusoids. Bei andern (*Physophoriden*) ist ein Ende des Hydrosoms erweitert und enthält in einem durch eine Einstülpung des Ektoderms gebildeten Sacke Luft; man nennt diesen Schwimmapparat ein *Pneumatophor*. Bei noch andern (*Discophoren*) ist das aborale Ende des Hydranths zu einer Scheibe oder *Umbrella* verbreitert, durch deren rhythmische Contractionsbewegungen der Körper durch das Wasser dahingetrieben werden kann. Trotz ihrer andern Entwicklungsweise hat sie eine grosse Aehnlichkeit mit einem Medusoid.

Nach dem Vorhandensein oder Mangel dieser verschiedenen Anhänge und der Art und Weise ihrer Anordnung werden die *Hydrozoen* in drei Gruppen getheilt: 1. die *Hydrophora*; 2. die *Discophora*; 3. die *Siphonophora*.

1. Die Hydrophoren sind in allen Fällen, abgesehen von *Hydra*, festsitzende verästelte Hydrosomen, an denen sich viele Hydranthen und Gonophoren entwickelt haben. Die in dem Hydrosoma enthal-

tene Leibeshöhle bleibt immer in offner Verbindung mit den Magenhohlräumen der Hydranthen. Es ist mit andern Worten ein Enterocoel. Die Tentakeln sind entweder über das Hydranth zerstreut (*Coryne*) oder in einem Kreise um den Mund angeordnet (*Sertularia*), oder in zwei Kreisen, einem um den Mund und einem näher dem aboralen Ende (*Tubularia*). Sehr allgemein, z. B. bei allen *Sertulariden*, *Campanulariden* und *Tubulariden*, ist ein hartes chitiniges Cuticularskelet (ALLMANS *Perisark*) vorhanden, das häufig Hydrotheken bildet, in die sich die Hydranthen zurückziehen können (Fig. 13. 2).

Die Gonophoren sind sehr mannichfach ausgebildet, von einfachen sackförmigen Divertikeln des Hydrosoms bis zu freischwimmenden Medusoiden. Der innere Rand der Glocke ist bei diesen Medusoiden immer in ein Velum ausgezogen, und sehr häufig sind Otolithensäcke und Augenflecken in regelmässigen Abständen um den Glockenrand angeordnet. Die grosse Mehrzahl der früher als nacktäugige Medusen (*Gymnophthalmata*) bezeichneten Formen sind nichts als freischwimmende Gonophoren von *Hydrophoren*. So sind die als *Sarsiaden* bekannten Medusoiden die freien Gonophoren der *Coryniden*; die *Lizzien* und *Bougainvilleen* gehören zu *Eudendriden*; viele *Oceaniden* stammen von *Tubulariden* ab und *Thaumantidae* und *Aequoriden* von *Campanulariden*.



Fig. 15. — *Campanularia* (nach GEGENBAUR). — *A.* Hydranth; *e.* dessen Stiel; *e'.* Hydrotheca; *o.* Mund; *te.* Tentakeln; *k'.* Verdauungshöhle, mit der Körperhöhle *k.* in dem Stiele und dem kriechenden Stamme *S.* zusammenhängend. *B.* Gonangium mit zwei medusenförmigen Zooiden oder Gonophoren *w.*; die Körperhöhle *k''* steht mit derjenigen des kriechenden Stammes in Zusammenhang. *C.* Knospe.

Bei einigen *Hydrophoren* (z. B. *Calycella*) sind die Ränder der Hydrotheca zu dreieckigen Fortsätzen verlängert, welche einen Deckel bilden.

Gewisse *Plumulariden* sind mit Vorsprüngen des Hydrosoms versehen, welche von einer am Ende offnen Chitinhülle umgeben sind. Das darin liegende weiche Ektoderm enthält gewöhnlich viele Nesselzellen und kann contractile pseudopodienartige Fortsätze hervorschnellen. BUSK hat sie als *Nematophoren* bezeichnet [1]. Bei *Ophiodes* (HINCKS) sind sie tentakelförmig.

---

1) Sie sind unter dem Namen »keulenförmige Organe« in meiner Abhandlung »On the affinities of the Medusae« (Phil. Trans. 1849) beschrieben und mit den Tentakeln der *Diphydae* verglichen.

Die Gonophoren entwickeln sich häufig auf besondern Stielen, die im Wesentlichen den Bau eines mundlosen Hydranths haben. Man nennt sie *Blastostyle*. Bei einigen Blastostylen (Fig. 15) spaltet sich während der Entwicklung der Gonophorenknospen das Ektoderm in zwei Schichten, eine innere, welche die vom Endoderm mit der darin liegenden Verlängerung der Leibeshöhle gebildete centrale Axe umhüllt, und eine äussere hauptsächlich, wenn nicht vollständig aus Chitin bestehende. In den Zwischenraum zwischen beiden ragen die knospenden Gonophoren hinein und können aus der Spitze des so gebildeten *Gonangiums* hervortreten, um entweder die Fortpflanzungselemente zu entwickeln und dieselben, während sie selbst noch festsitzen, zu entleeren, oder als Medusoiden frei zu werden (Fig. 16).



Fig. 16. — Medusenförmiges Zooid von *Campanularia* (nach GEGENBAUR). *A*. Nectocalyx; *te*. Tentakeln; *o*. Gehörbläschen; *A'*. Velum; *k'*. Mundstiel mit der Verdauungshöhle; *o*. Mund; *k''*. Radiärcanäle.

ALLMAN[1]) hat gezeigt, dass bei *Dicoryne conferta* das in einem Gonangium enthaltene Gonophor ähnlich wie bei *Laomedea* als ein bewimperter mit zwei Tentakeln versehener Körper, an dessen centraler Axe sich die Eier und Spermatozoen entwickeln, frei wird.

Bei der Gattung *Aglaophenia* (*Plumularidae*) sind Gonangiengruppen von einem gemeinschaftlichen Gehäuse (*corbula*, ALLMAN) umschlossen, das durch Entwicklung und Vereinigung seitlicher (in mancher Hinsicht den Hydrophyllien der *Calycophoriden* vergleichbarer) Fortsätze an der die Gonophoren tragenden Körperregion entsteht.

Einige Medusoiden, wie *Sarsia prolifera* und *Willsia*, deren Hydroidformen noch nicht sicher bekannt sind, aber wahrscheinlich Corynenform haben werden, erzeugen durch Knospung sich selbst ähnliche Medusoiden. Die Knospen können sich entweder am Manubrium oder am Randcanal des Nectocalyx oder an der Basis der Tentakeln oder auch an der ganzen Länge derselben entwickeln.

Im August 1849 fing ich im stillen Ocean beim Louisiaden-Archipel eine *Willsia*-Art (Fig. 17), bei der sich an den Gabelungspunkten jedes der vier Hauptradiärcanäle des Nectocalyx Stolonen entwickelt hatten. Jeder Stolo ging in ein knopfförmiges, viele Nesselkapseln enthaltendes Ende (*C*, *g*.) aus und erzeugte an einer

1) »Monograph of the Gymnoblastic, or Tubularian Hydroids,« 1871. p. 31.

Seite eine Reihe von Knospen, von denen die dem freien Ende zunächst gelegenen die Gestalt vollständiger Medusoiden erreicht hatten. Sie hatten vier unverzweigte Radiärcanäle und vier Tentakeln: wahrscheinlich dürften sie jedoch nach Ablösung vom Stock die Form des Mutterthieres angenommen haben.

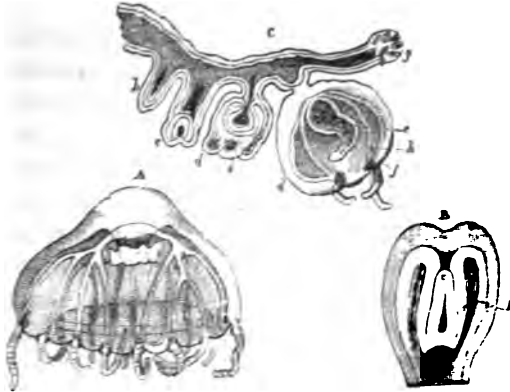


Fig. 17. — *Willsia sp.* — A. die Meduse mit knospenden Stolonen. B. eine der auf einem Stolo gebildeten Knospen; *h.* Radiärcanäle des Nectocalyx; *e.* Mundstiel. C. ein Stolo; *g.* freies, mit Nesselzellen besetztes Ende desselben: *b. c. d.* knospende Medusoide; *f.* fast zur Ablösung reifes Medusoid; *e.* dessen Mundstiel; *d.* Nectocalyx; *h.* ein Radiärcanal.

Im vollsten Gegensatz zu diesen complicirten Fortpflanzungsvorgängen stellt das Gonophor bei *Hydra* eine blosse Verdickung der Leibeswand dar, die Hoden nahe an der Basis der Tentakeln, das Ovarium näher am festsitzenden Körperende. Das Ovarium entwickelt ein einziges Ei, das, wie KLEINENBERG gezeigt hat, sich furcht und mit einer Chitinhülle umgiebt, während es noch am Körper des Stammthieres festsitzt. Diese Chitinhülle ist mehr oder minder stachlig und oft mit einer Eischale verwechselt worden. Sie entspricht offenbar dem *Perisark* einer Tubularie, und ihr Auftreten bei *Hydra*, bei der im ausgebildeten Zustande kein Perisark vorhanden ist, weist darauf hin, dass die *Hydra* vielleicht nicht den einfachsten primären Zustand eines Hydrophoren darstellt, sondern eine Rückbildungsform einer Tubularie.

2. Die Discophoren. — Diese »Medusen« gleichen den vollkommneren freilebenden medusoiden Gonophoren der *Hydrophoren*, insofern sie aus einem im Mittelpunkte einer gallertigen contractilen

Schwimmscheibe

(schwimmenden Scheibe) angebrachten Hydranth oder Polypit bestehen. Allein sie unterscheiden sich von den Medusoiden der *Hydrophoren* dadurch, dass sie sich entweder direct aus dem befruchteten Ei entwickeln oder durch Knospung an einer so entstandenen Meduse oder durch Quertheilung des hydraförmigen Productes der Entwicklung des befruchteten Eies.

Bei einigen von ihnen (z. B. *Carmarina, Polyxenia, Aeginopsis, Trachynema*) ist die Scheibe dem Nectocalyx eines Hydrophorenmedusoids ähnlich und wie diese mit einem Velum versehen. Bei den Uebrigen dagegen (*Lucernaria* und den *Steganophthalmata*) entbehrt die Scheibe entweder des Velums oder hat nur ein Rudiment desselben und heisst eine *Umbrella*. Die Ränder der Umbrella sind durch Randknoten, in denen die Lithocysten liegen, in Lappen getheilt. Die festen Theile in den Lithocysten sind ferner in grosser Zahl vorhanden und nicht von besondern Säcken umschlossen. Die Lithocysten sind oft von hakenartigen Fortsätzen der Umbrella bedeckt; daher der Name der »Bedecktäugigen« oder *Steganophthalmata.*

Lucernaria ist mit der aboralen Seite ihrer Umbrella (Fig. 13. 5) mittels eines längern oder kürzern Stieles angeheftet. Die Umbrella ist in acht Lappen getheilt, an deren Enden je eine Gruppe von kurzen Tentakeln steht. Das Hydranth erhebt sich im Mittelpunkte der Umbrella und sein Hohlraum steht mit einer centralen Kammer in Verbindung, von der aus vier weite Kammern in die Lappen treten. Diese Kammern sind durch Scheidewände, deren freie centrale Ränder mit dünnen Tentakeln besetzt sind, getrennt. Die Fortpflanzungsorgane sind doppelte radiäre Reihen von Verdickungen der oralen Wand jeder Kammer[1]).

Alle übrigen *Discophoren*, die sogenannten »Quallen«, leben frei;

---

1) Die Beziehungen von *Lucernaria* zu den *Discophoren* wurden in meinen Vorlesungen (»Medical Times and Gazette« 1856) dargelegt. KEFERSTEIN, »Untersuchungen über niedere Seethiere« (1862), bestätigte in seiner Monographie dieser Gattung vollkommen diese Auffassung, und Prof. H. J. CLARK ist unabhängig zu demselben Schluss gekommen: »*Lucernaria* the Coenotype of *Acalephae*« Proceedings of the Boston Society of Natural History, 1862). Die *Lucernaria (Carduella*, ALLMAN) *cyathiformis* von SARS weicht bedeutend von den gewöhnlichen Lucernarien ab, besonders insofern die Geschlechtsorgane Längsverdickungen in der Wand der Magenhöhle darstellen. Siehe ALLMAN, »On the structure of *Carduella cyathiformis*« (Trans. Microscop. Society, VIII).

einige erreichen eine sehr bedeutende Grösse. Beim ausgebildeten Thiere (Fig. 18) ist die Umbrella dick und durch kleine Randknoten in eine entsprechende Anzahl von Lappen (gewöhnlich acht) getheilt.

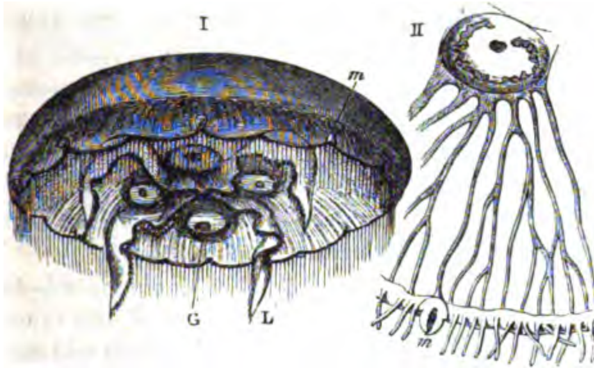


Fig. 18. — I. *Aurelia aurita.* — *L.* die verlängerten Mundwinkel; *G.* Geschlechtskammern; *m.* Gehörbläschen. II. Unteransicht eines Segmentes der Scheibe, um die Anordnung der Radiärcanäle zu zeigen; die Oeffnung einer Geschlechtskammer und die gefaltete Geschlechtskrause schimmern durch die centrale Wand hindurch; *m.* ein Gehörbläschen mit seiner Schutzhaube.

Am Grunde jedes solchen Knotens liegt, oft durch besondere Läppchen geschützt, eine ovale Lithocyste auf einem cylindrischen Stiele, dessen Hohlraum in offner Verbindung mit einem der Radiärcanäle der Umbrella steht (Fig. 28. IV). Dieser Canal mündet an der aboralen Seite der Basis des Stieles nach aussen [1]. Das dicke Mesoderm, aus dem die Hauptmasse der Umbrella besteht, ist aus einem gallertigen Bindegewebe zusammengesetzt, in dessen Maschen eine wässrige Flüssigkeit mit zahlreichen kernhaltigen, amöboide Bewegungen ausführenden Zellen enthalten ist. An der oralen Fläche befindet sich ein breiter Gürtel von gestreiften Muskeln, die aus spindelförmigen neben einander liegenden Zellen gebildet sind. Bei *Aurelia aurita* sind die Ecken des vierseitigen Hydranths in vier blattförmige Lippen ausgezogen, deren Ränder mit winzigen soliden Tentakeln besetzt sind (Fig. 18). Die in dem Hydranth enthaltene Magenhöhle endet unter dem Mittelpunkte der Umbrella in einer Leibeshöhle, welche in vier radiär angeordnete weite Aussackungen oder »Geschlechtssinusse« führt, deren orale Wand die Decke der Geschlechtskammern bildet (Fig. 18. II). Von den Rändern dieser gehen die

1) Auch der Ringcanal des Nectocalyx mündet bei einigen Medusoiden durch Oeffnungen an der Spitze papillenartiger Erhebungen nach aussen.

sich verästelnden Radiärcanäle aus. Die peripherischen Enden dieser Letztern vereinigen sich, wenn sie den Rand erreichen.

Jede Geschlechtskammer ist ein von einer dicken Wand der oralen Fläche der Umbrella umgebener Sack, in dessen Mittelpunkt nur eine kleine Oeffnung bleibt (Fig. 18, I. G). Die Decke dieses Hohlraums ist der Boden des Geschlechtssinus; derselbe ist vielfach gefaltet und in ihm entwickeln sich die Geschlechtselemente. Seine innere, vom Endoderm gebildete Wand ist mit kleinen Tentakelfäden besetzt (Fig. 28. III). Die Eier oder Spermatozoen treten aus den Oeffnungen der Geschlechtskammern aus, und die Eier werden in kleine Taschen oder Falten der Lippen aufgenommen und durchlaufen hier ihre ersten Entwicklungsstadien.



Fig. 19. — *Cephea ocellata* (?). — Das ganze Thier: *a*. die Umbrella; *b*. die Verästelungen der Arme; *c*. die Tentakeln, mit denen diese enden: *o*. die Pfeiler, welche die den Boden der Subumbrellarhöhle bildenden Scheibe tragen: *l*. kurze keulenförmige Tentakeln zwischen den Mundporen.

Bei den *Rhizostomiden* verwachsen (wie das zuerst von v. Baer vermuthet und dann durch L. Agassiz und A. Brandt[1] nachgewiesen ist) die Ränder der Lippen des Hydranths, und es bleibt nur eine Menge von kleinen Oeffnungen für die Aufnahme der Nahrung an den langen Armen, welche Verlängerungen der Lippen des Hydranths darstellen, übrig (Fig. 19. 20. 21). Der so durch Theilung einer ursprünglich einfachen Mundhöhle herbeigeführte polystome Zustand ist offenbar ganz etwas Anderes als der bei den *Poriferen* vorkommende.

Bei den meisten *Rhizostomiden* verwachsen nicht nur die Ränder der Lippen, sondern auch die gegenüber liegenden Wände des Hydranths unter der Umbrella werden gleichsam eingezogen, so dass sich vier Kammern bilden, deren Wände verwachsen, durchbrochen werden und so einen unter der Umbrella gelegenen Hohlraum erzeugen mit einer von der Umbrella gebildeten Decke und

1) Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg. XVI. 1870.

einem an vier Pfeilern hängenden Boden, der »armtragenden Scheibe.« In der Decke entwickeln sich die gefalteten Geschlechtsmembranen. Der Boden (Fig. 21. *B.*) giebt die getheilten Arme ab, deren freie Ränder die Mundporen tragen, und welche von Canälen durchzogen sind, die verwachsen, die Pfeiler durchsetzen und in den centralen Hohlraum der Umbrella münden[1].



Fig. 20. — *Cephea ocellata* (?). — A. Theil der Umbrella, von unten gesehen, um die Genitalkrause (*f.*) und den getheilten Ansatz eines der Pfeiler zu zeigen; *d.* Stelle eines der Gehörbläschen. B. einer der Mundporen (*m.*) von Tentakeln (*n.*) umgeben; *g.* einer der zwischen den Mundporen stehenden keulenförmigen Tentakeln. C. eines der gestielten Gehörbläschen (*i.*) in der Kerbe (*d.*) des Scheibenrandes, von unten gesehen, mit der ovalen Platte, von der die Muskelfasern (*h.*) entspringen; *e.* ein Radiärcanal mit seinen blinden Seitenzweigen *g.*

3. Die Siphonophoren. — In dieser Gruppe ist das Hydrosom immer frei und biegsam, indem das Ektoderm kein hartes äusseres Chitinskelet entwickelt, abgesehen von den Pneumatophoren einiger Arten. Bei den meisten sind die Hydranthen von gleicher Grösse;

1) Die *Cephea*-Art, deren Anatomie ich hier schildere, wurde im südlichen stillen Ocean unweit dem Louisiaden-Archipel am 11. Juli 1849 gefangen. Die aborale Fläche der Umbrella war bräunlich grün mit ovalen weissen Flecken, die orale Fläche hellbraun mit acht bläulich grünen zu den Lithocysten ausstrahlenden Linien, die Arme grün mit braunen Tüpfeln. Die Arme theilen sich an ihrem Ursprung in zwei und dann in eine endlose Zahl kleiner Aeste. Die allgemeine Farbe der kleinen Aeste ist hellbraun, diejenige der kleinen darauf zerstreuten keulenförmigen Tentakeln weiss. Die langen Tentakeln, in die jeder Arm ausgeht, sind an ihrem Ursprung blau und cylindrisch, werden aber weiterhin dreiseitig und braun und grün schattirt. Ist die Art identisch mit *Cephea ocellata* von PERON und LESUEUR? Das abgebildete Individuum war ein junges Männchen.

bei *Velella* und *Porpita* dagegen ist das im Mittelpunkt des scheibenförmigen Körpers gelegene Hydranth sehr viel grösser als die übrigen, welche eine das erstere umgebende Zone einnehmen, und deren Hauptfunction es ist, an ihren Stielen die Gonophoren zu erzeugen. Bei diesen beiden Gattungen sind die Tentakeln von den Hydranthen getrennt und bilden den äussersten Kreis von Anhängen.

Die Hydranthen der *Siphonophoren* (Fig. 25, *A.*) besitzen niemals einen Tentakelkranz um den im ausgestreckten Zustande trompetenförmigen Mund. Das Endoderm des Hydranths ist bewimpert, und in seinen Hohlraum ragen zottenartige Vorsprünge hinein. Das

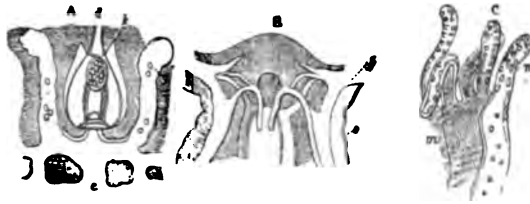


Fig. 21. — *Cephea ocellata* (?). — A. Gehörbläschen vergrössert mit seiner Haube (*k.*) und dem aboralen Porus des Canals (*c.*); *d.* Scheibenrandkerbe. B. Die armtragende Scheibe mit den Ursprüngen der Arme; *f.* Endoderm, *o.* Ektoderm. C. tentakeltragende Lippe eines Mundporus, vergrössert; *m.* Mundhöhle; *n.* Nesselkapseln.

Innere dieser enthält oft vacuoläre Räume (Fig. 25. *B*, *C.*). Eine pylorusartige Klappe scheidet bei den *Calycophoriden* die Magenhöhle von der Leibeshöhle. Lange, häufig mit einseitigen Reihen von Aesten versehene Tentakeln entwickeln sich entweder an der Basis jedes Hydranths oder unabhängig von den Hydranthen aus dem Coenosark.

Bei den *Calycophoriden* und vielen *Physophoriden* endet jeder Seitenzweig eines Tentakels mit complicirten, eine Art Batterie von Nesselzellen enthaltenden Organen (Fig. 24 und 26). Jedes besteht aus einem länglichen Schlauch (*Sacculus*), der in zwei fadenförmige Anhänge ausgeht und sich spiralig aufrollen kann. In diesem Zustande wird sie von einem *Involucrum*, das ihre Basis umgiebt, umhüllt. Die Leibeshöhle setzt sich durch den Ast, welcher den Stiel dieses Organes bildet, in den Sacculus und dessen Endfäden fort. In letzterem ist sie eng und ihre dicken Wandungen enthalten zahlreiche kuglige Nesselzellen. Im Sacculus ist die Höhle weiter. Eine Wand ist sehr dick und hier sind Mengen von länglichen Nesselzellen, die in der Seitenreihe oftmals grösser sind als in den übrigen,

parallel zu einander und senkrecht zur Oberfläche des Schlauches angeordnet. Wie alle andern Organe entsteht jeder dieser Tentakel-

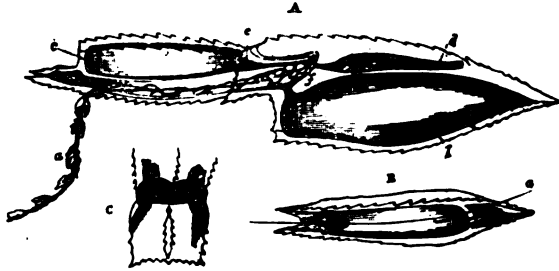


Fig. 22. — A. *Diphyes appendiculata.* — *a.* Hydranthen und Hydrophyllien am Hydrosom; *b.* proximaler Nectocalyx; *c.* Oeffnung des distalen Nectocalyx. *d.* Somatocyste; *e.* Verlängerung des distalen Nectocalyx, mit welchem derselbe am Hydrosom ansitzt; *f.* Anheftungsstelle des Hydrosoms in der Höhle oder dem Hydröcium des proximalen Nectocalyx. B. der distale Nectocalyx mit dem Canal (durch den eine Borste *a.* geführt ist), durch den in A. das Hydrosom zieht. C. Ende des distalen Nectocalyx mit seinem musculösen Velum.

anhänge anfangs als eine einfache Aussackung des Ektoderms und Endoderms und durchläuft dann die in Fig. 26 dargestellten Stadien.

Bei *Physalia* können die Tentakeln mehrere Fuss lang sein. Sie besitzen keine Seitenzweige, sondern die grossen Nematocysten liegen hier in queren nierenförmigen, in regelmässigen Zwischenräumen angebrachten Verdickungen der Tentakelwand.

Hydrophyllien sind in der Regel vorhanden und entwickeln sich wie die Tentakeln entweder am Stiele eines Hydranths, in welchem Falle sie das Hydranth mit seinem Tentakel und eine Gruppe von Gonophoren umschliessen (*Calycophoriden*), oder unabhängig von den Hydranthen aus dem Coenosark (viele *Physophoriden*).

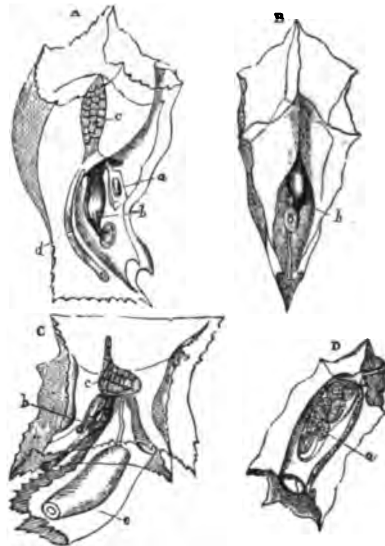


Fig. 23. — A. B. Diphyzooid (*Sphenoides*) in Seiten- und Vorderansicht. C. Diphyzooid von *Abyla* (*Cuboides*). *a. e.* Gonophor oder Fortpflanzungsorgan; *b.* Hydranth; *c.* Phyllocyste oder Hohlraum des Hydrophylliums mit seinem Fortsatz, *d.* D. freies Gonophor, das Manubrium (*a*) mit Eiern.

Die Hydrophyllien sind durchsichtig und besitzen oft sehr schöne Formen, so dass sie geschnittenen Glasstücken ähnlich sehen. Sie werden hauptsächlich

aus dem Ektoderm (und Mesoderm) gebildet, enthalten aber auch eine Verlängerung des Endoderms mit einem entsprechenden Divertikel der Leibeshöhle. Sie entwickeln sich in der That als blinde Aussackungen des Endoderms und Ektoderms; das letztere aber erlangt nebst den Mesodermschichten bald das Uebergewicht.

Die Gonophoren der *Siphonophoren* sind äusserst mannichfaltig gebildet, von ganz einfachen Formen an, wo die Medusoide auf einer ganz unvollkommenen Entwicklungsstufe bleiben, bis zu freien Medusoiden vom Gymnophthalmen-Typus. Als Beispiel des erstgenannten Verhaltens sind die Gonophoren von *Athorybia* (Fig. 27) zu nennen, für letztgenanntes die Gonophoren von *Physalia*, *Porpita* und *Velella*.

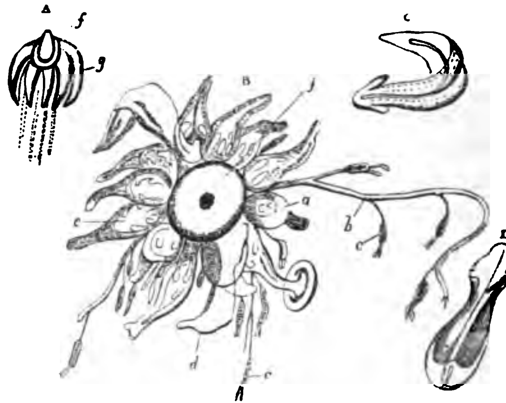


Fig. 24. — *Athorybia rosacea.* A. Seitenansicht; B. von oben; C. D. losgelöste Hydrophyllien. *a.* Polypite; *b.* Tentakeln; *c.* Sacculi der Tentakeln; *d.* Hydrophyllien; *f.* Pneumatophor.

Bei *Athorybia* sitzen Gonophorengruppen neben birnförmigen Säcken, welche wie unvollständig entwickelte Hydranthen (*Hydrocysten*) aussehen (Fig. 27, A, *a.*), auf einem gemeinschaftlichen Stamm und bilden ein *Gonoblastidium* (Fig. 27, A.). Die Gruppen von männlichen und weiblichen Gonophoren (Fig. 27, A, *b*, *c.*) sitzen auf gesonderten Stielen des Gonoblastidiums (*Androphoren* und *Gynophoren*). Jedes weibliche Gonophor enthält ein einziges Ei, das in den Hohlraum des unvollkommen differenzirten Manubriums vorspringt; durch Verengerung des Hohlraums an verschiedenen Stellen entstehen die unregelmässigen Canäle Fig. 27, D, *d.* Beim männlichen Gonophor ist der Nectocalyx schärfer vom Manubrium abgesetzt und besitzt am Ende eine rundliche Oeffnung (Fig. 27, E.).

Bei den *Calycophoriden* wie bei den langgestreckten *Physophoriden* findet die Entwicklung neuer Hydranthen und ihrer Anhänge immer an demjenigen Ende des Hydrosoms statt, welches dem festsitzenden Ende einer *Hydrophore* entspricht; betrachten wir dieses als das proximale, so entwickeln sich neue Knospen am proximalen Ende der bereits gebildeten. Diese Knospen bilden sich ferner nur an einer Seite des Hydrosoms. Die Anhänge sind also völlig einseitig, wenn sie auch ihre Stellung verändern können, so dass sie schliesslich bilateral oder selbst wirtelständig erscheinen. Bei den *Calycophoriden* wird das sackförmige proximale Ende des Coenosarks (Fig. 22, *A*, *d*.) von dem vordern Nectocalyx umschlossen, in dessen hinterm Ende sich eine Kammer, das *Hydroecium*, befindet (Fig. 22, *A*, *e*.). Der zweite, hintere Nectocalyx ist



Fig. 25. — *Athorybia rosacea.* — *A.* ein Hydranth mit Zotten (*a.*), *B.* eine der Zotten in ausgestrecktem Zustande, vergrössert. *C.* eine kleine zurückgezogene Zotte, noch stärker vergrössert, mit ihren vacuolären Räumen und wimpernder Oberfläche.

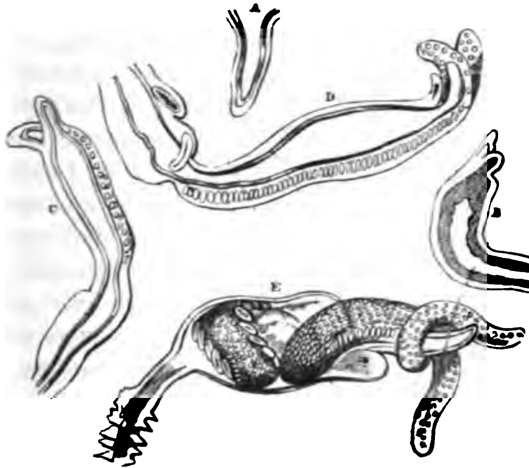


Fig. 26. — *Athorybia rosacea.* — Die Enden der Tentakeläste in verschiedenen Entwicklungsstadien. *A.* Seitenast, als Knospe am Tentakel entstehend. Bei *B.* haben sich endständige Papillen, die Anlagen der Fäden, entwickelt. Bei *C.* beginnt der Sacculus sich abzugrenzen, und in seiner Wand sind Nesselkapseln aufgetreten. Bei *D.* ist die Scheidung in Sacculus und Involucrum deutlich geworden. Bei *E.* hat das Involucrum den Sacculus umschlossen; das Ende des letztern ist gestreckt, während seine Zweige sich um ihn herumgeschlungen haben.

hieran in der Weise befestigt, dass sein vorderes Ende in dem Hydroecium des vordern Nectocalyx liegt, während seine contractile Kammer sich an der dem vordern Nectocalyx gegenüberliegenden Seite der Achse befindet (Fig. 22, *A*.). Gruppen von Anhängen (Fig. 22, *A*, *a*.; Fig. 23), jede aus einem Hydrophyllium, einem Hydranth mit seinem Tentakel und Gonophoren, welche Letzteren am Stiele des Hydranths knospen, bestehend, entwickeln sich in regelmässigen Abständen am Coenosark und treiben als eine lange Kette (Fig. 22) hinter dem Thiere her, wenn es durch die gleichzeitigen rhythmischen Contractionen seiner Nectocalyces durch das Wasser dahinschiesst.

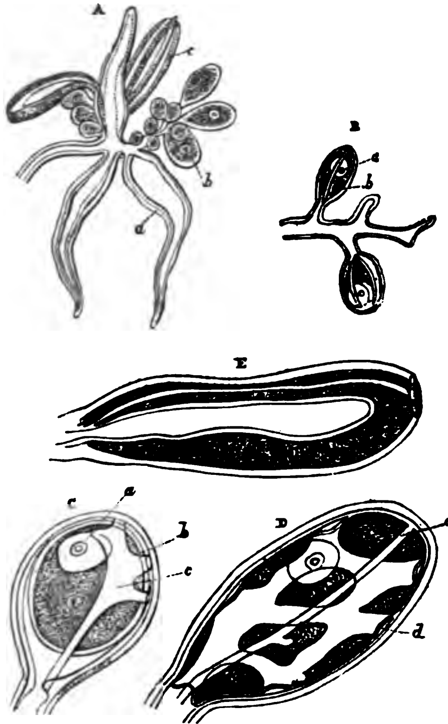


Fig. 27. — ***Athorybia rosacea***. — *A*. Gonoblastidium mit drei Hydrocysten, *a*, einem Gynophor, *b*, und zwei Androphoren, *c*. *B*. weibliche Gonophoren auf gemeinschaftlichem Stiel oder ein Gynophor, mit den Eiern, *a*, und den Radiarcanälen, *b*. *C*. *D*. weibliche Gonophoren vergrössert; *a*. Keimbläschen; *b*. Dotter; *c*. Radiärcanäle des unvollkommnen Nectocalyx; *d*. Canäle der Manubriumhöhle. *E*. männliches Gonophor.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die distale Gruppe von Anhängen die älteste ist; wenn sie ihre volle Entwicklung erreicht hat, löst sie sich ab als ein freischwimmendes zusammengesetztes *Diphyzooid* (Fig. 23). In diesem Zustande wachsen sie und verändern ihre Gestalt und Grösse derart, dass man sie früher als besondere Gattungen der sogenannten monogastrischen *Diphyden* betrachtete. Die Gonophoren, mit welchen diese ausgerüstet sind, lösen sich ihrerseits auch ab, wachsen, verändern ihre Form und werden als eine dritte Reihe von selbständigen Zooiden frei (Fig. 23, *D*.). Allein ihr Manubrium entwickelt keinen Mund und wird functionell nicht zum Hydranth; im

Gegentheil entwickeln sich in seiner Wand die Fortpflanzungselemente und werden durch Platzen derselben frei.

Bei den *Physophoriden* ist das proximale Ende des Hydrosoms mit einer Pneumatophore versehen. Dies ist eine Erweiterung, in welche sich das Ektoderm einstülpt und so einen Behälter bildet, der sich mit Luft füllt und bisweilen am Ende eine Oeffnung besitzt, durch welche die Luft ausgetrieben werden kann (Fig. 13, 4). Manchmal ist sie im Verhältniss zum Hydrosom klein (*Agalma, Physophora*), manchmal dagegen so gross (*Athorybia*, Fig. 24, *Physalia*, *Porpita, Velella*), dass das ganze Hydrosom zur Hülle des birn- oder scheibenförmigen Luftsackes wird; letzterer verwandelt sich andrerseits manchmal in eine Art harter innerer Schale, indem sein Hohlraum durch Scheidewände in zahlreiche Kammern zerfällt (*Porpita, Velella*).

Nectocalyces können bei den *Physophoriden* vorhanden sein oder fehlen. Wenn sie vorhanden sind, ist ihre Zahl verschieden, aber immer sind sie auf die der Pneumatophore zunächst gelegene Gegend des Hydrosoms beschränkt.

Bei der grossen Mehrzahl der *Hydrozoen* verwandelt sich das Ei nach der Furchung in eine Morula und darauf in eine Planula mit einem centralen, von einer doppelten Zellwand umgebenen Hohlraum; die innere Schicht der Wand bildet das Hypoblast, die äussere das Epiblast.

Bei den meisten *Hydrophoren* wird die Planula länglich und setzt sich mit ihrem aboralen Pole fest. An dem der Anheftungsstelle gegenüberliegenden Ende entsteht der Mund, und damit tritt der Embryo in das Gastrulastadium. Darauf knospen um den Mund herum Tentakeln, und dieser allen *Hydrophoren* zukommenden Larvenform hat Allman den Namen *Actinula* gegeben.

Im Allgemeinen heftet sich, wie gesagt, der Embryo im Planulastadium mit seinem aboralen Ende an; bei gewissen *Tubulariden* indessen bildet sich bereits, solange der Embryo noch frei umherschwimmt, ein Tentakelkranz in der Nähe des aboralen Endes aus, und diese Larvenform unterscheidet sich nur sehr wenig von der bei den *Discophoren* beobachteten.

Bei der Gattung *Pelagia* z. B. entwickeln sich die Tentakeln in der Mitte zwischen oralem und aboralem Pol aus der Peripherie des Embryos; allein dieser setzt sich weder fest, noch verwandelt er sich in die gewöhnliche Actinulaform. Er bleibt im Gegentheil ein freischwimmender Organismus, und nach und nach erweitert sich

die an der aboralen Seite des Tentakelkranzes gelegene Körperhälfte und verwandelt sich in die Umbrella, während die andere zum Hydranthen oder »Magenstiel« der Meduse wird.

Bei *Lucernaria* setzt sich wahrscheinlich die Larve vor oder während der Entwicklung der Umbrella an und geht dann direct in die ausgebildete Form über. Bei den meisten *Discophoren* dagegen wird aus dem Embryo eine festsitzende Actinula (die sog. *Hydra tuba* oder das *Scyphistoma*, Fig. 28, I), die sich ungeschlechtlich durch Knospung vermehrt und bleibende Colonien von hydraförmigen Polypen erzeugt. Zu gewissen Jahreszeiten vergrössern sich einige von diesen und vermehren sich weiter auf ungeschlechtlichem Wege durch Theilung (Fig. 28, II). Jeder theilt sich nämlich quer in eine Anzahl achtlappiger, scheibenförmiger Medusoiden (»*Ephyrae*« oder »*Medusae bifidae*«, Fig. 28, II und III) und geht so in das als *Strobila* bezeichnete Stadium über. Die *Ephyren* lösen sich von einander und vom Strobilastiele los, werden frei, nehmen bedeutend an Grösse zu, erhalten die Gestalt der ausgebildeten Discophore und Geschlechtsorgane. Die Basis der *Strobila* kann Tentakeln treiben (Fig. 28, II) und wieder *Scyphistoma*-Form annehmen.

In neuerer Zeit hat Metschnikoff[1]) die Entwicklung von *Geryonia* (*Carmarina*), *Polyxenia*, *Aeginopsis* und andern Discophoren, die sich von den vorgenannten durch den Besitz eines Velums unterscheiden, verfolgt, und bei diesen scheint wie bei dem von Gegenbaur[2]) beobachteten *Trachynema ciliatum* der Vorgang im Wesentlichen der gleiche zu sein wie bei *Pelagia*. Das Scyphistoma von *Aurelia*, *Cyanaea* und Verwandten ist wahrscheinlich wie die Larve von *Pelagia* als eine Discophore mit rudimentärer Scheibe zu betrachten; in diesem Falle würde die Erzeugung der Ephyraformen von jungen Discophoren nicht zu vergleichen sein mit der Entwicklung von medusoiden Gonophoren bei den Hydrophoren, sondern es wäre nichts als ein Vermehrungsprocess einer echten, wenn auch unentwickelten Discophore durch Quertheilung.

Bei den *Siphonophoren*[3]) führt die Dottertheilung zur Bildung eines bewimperten Körpers, bestehend aus einem kleinzelligen

1) Metschnikoff, »Studien über die Entwickelung der Medusen und Siphonophoren.« — Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XXIV.

2) Gegenbaur, »Zur Lehre vom Generationswechsel«. 1854.

3) Siehe besonders die neuesten Beobachtungen von Metschnikoff, a. a. O.

Ektoderm, das eine solide, schliesslich in die Endodermzellen übergehende Masse grosser Blastomeren umschliesst. Dieser Körper nimmt nicht die Gestalt einer Actinula an. Es scheint vielmehr die Regel zu sein, dass sich noch vor der Bildung des ersten Polypits

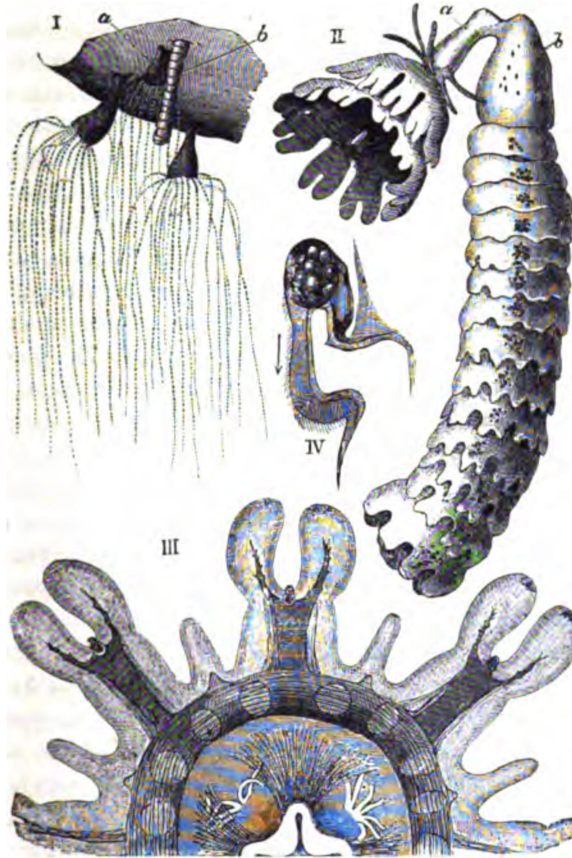


Fig. 28. — I. und II. *Cyanaea capillata* (nach VAN BENEDEN[1]).
I. Zwei *Hydrae tubae* (*Scyphistoma* - Stadium) mit den gewöhnlichen Charakteren und dazwischen (*a. b*) zwei in Quertheilung begriffene (*Strobila*-Stadium).
II. Die beiden *Strobilae a. b.* drei Tage später. Bei *a* haben sich unter der untersten *Ephyra* Tentakeln am Stiele der *Strobila* entwickelt; letzterer besteht als *Hydra tuba* fort.
III. Hälfte der Scheibe einer *Ephyra* von *Aurelia aurita*, von der Oralseite. Die kleinen Tentakeln zwischen dem Mund und dem Ringsmuskelband liegen innerhalb der Körperhöhle, von der sechzehn kurze, weite Radiärcanäle zur Peripherie ziehen, um sich dort durch Queräste zu vereinigen. Acht von den Radiärcanälen treten in die entsprechenden Lappen und theilen sich schliesslich in drei Aeste, von denen einer den Stiel des Gehörbläschen, die zwei andern Blindsäcke bilden. Radiäre Muskelbänder begleiten diese Canäle.
IV. Seitenansicht eines der Gehörbläschen mit seinem Stiel. Der Pfeil giebt die Richtung an, in welcher die äusserlichen Wimpern schlagen.

1) P. J. VAN BENEDEN, »Recherches sur la faune littorale de la Belgique. Polypes.« 1866.

und der Magenhöhle Knospen anlegen, aus denen sich ein Hydrophyllium, ein Nectocalyx, ein Tentakel oder eine Pneumatophore entwickeln.

Wie METSCHNIKOFF richtig bemerkt, steht die Entwicklungsweise der *Syphonophoren* durchaus nicht im Einklang mit der Anschauung, dass die verschiedenen Anhänge des Hydrosoms bei diesen Thieren Individuen darstellen. Die *Hydrozoen* sind nicht eigentlich zusammengesetzte Organismen, wenn mit diesem Ausdruck eine Verwachsung gesonderter Individualitäten gemeint ist, sondern es sind Organismen, deren Organe mehr oder minder vollständig danach streben, selbständige Existenzen oder Zooide zu werden. Ein Medusoid ist, obwohl es selbst frisst und sich erhält, in morphologischem Sinne einfach das losgelöste selbständig gewordene Fortpflanzungsorgan des Hydrosoms, an dem es sich entwickelt hat, und was man in diesen und ähnlichen Fällen als »Generationswechsel« bezeichnet, ist die Folge der Trennung derjenigen Theile des Organismus, in denen sich die Fortpflanzungsfunction abspielt, von den übrigen.[1])

Bei gewissen zur Gruppe der *Trachynemen* gehörenden Discophoren hat man eine Art der Vermehrung durch Knospung beobachtet, welche bei den übrigen *Hydrozoen* unbekannt ist. Man kann sie als *entogastrische* Knospung bezeichnen, da die Knospen hervorwachsen aus der Wand der Magenhöhle, in die sie schliesslich bei der Auswanderung hineingelangen, während in allen andern Fällen die Knospung erfolgt durch Bildung einer Aussackung von der ganzen Wand der Gastrovascularhöhle, welche bis an die freie Oberfläche des Körpers vortritt, so dass die Ablösung der Knospen (wenn dieselbe überhaupt stattfindet) direct von dort ins Wasser geschieht. Die Einzelheiten dieser entogastrischen Knospung sind von HAECKEL[2]) bei *Carmarina hastata*, einer *Geryonide*, verfolgt worden. Wie bei andern Gliedern dieser Familie hängt ein kegelförmiger, vom Endoderm bedeckter Mesodermfortsatz von der Decke der Magenhöhle frei in dieselbe hinein. An seiner Oberfläche treten kleine Wülste von 0.05 mm. im Durchmesser auf. Die Zellen, aus denen

---

1) Ich habe keinen Grund gehabt, von den in meinen Vorlesungen (»Annals and Magazine of Natural History«, Juni) vom Jahre 1852 ausgesprochenen Ansichten über die »thierische Individualität« abzugehen.

2) HAECKEL, »Beiträge zur Naturgeschichte der Hydromedusen«. 1865.

diese Auswüchse bestehen, differenziren sich zunächst in zwei Schichten — eine äussere helle und durchsichtige, welche mit dem Kegel in Berührung steht und die Seiten der Wülste überzieht, und eine innere dunklere Masse. Die äussere Schicht ist das Ektoderm des jungen Medusoids, die innere das Endoderm desselben. In der Endodermmasse tritt nun ein Hohlraum auf, die Anlage der Magenhöhle, und öffnet sich am freien Ende der Knospe. Die letztere, jetzt 0.1 mm. im Durchmesser, hat die Gestalt einer planconvexen, mit ihrer flachen Seite dem Kegel aufsitzenden Scheibe angenommen; im Mittelpunkt der convexen freien Seite liegt die Mundöffnung. Die Scheibe nimmt nun zunächst an Grösse zu, und der Körper erhält die Form einer weithalsigen Flasche. Der Bauch der Flasche ist die Anlage der Umbrella des knospenden Medusoids, ihr Hals der Magenabschnitt desselben. Der Bauch dehnt sich immer mehr aus, bis er die Gestalt einer flachen Schale hat, von deren Mittelpunkt der relativ kleine Magenhals vorspringt, und damit ist die Knospe in ein unverkennbares Medusoid verwandelt, das mit dem Mittelpunkte der aboralen Fläche seiner Umbrella an dem Kegel festsitzt. Inzwischen ist das gallertige durchsichtige Mesoderm aufgetreten und hat in der Umbrella eine relativ bedeutende Mächtigkeit erlangt. In dasselbe hinein wachsen acht Verlängerungen der Magenhöhle und bilden die Radiärcanäle, welche sich darauf am Scheibenumfang zu einem Ringcanal vereinigen. Endlich entwickeln sich das Velum, die Tentakeln und die Lithocysten, und die Knospen lösen sich als freischwimmende Medusoide ab. Allein dies Medusoid ist ganz verschieden von der *Carmarina*, an der es geknospt ist. Es hat z. B. acht Radiärcanäle, während die *Carmarina* nur sechs hat; es hat solide Tentakeln, während die der ausgebildeten *Carmarina* röhrenförmig sind; es hat keinen Magenkegel und die Lithocysten sind ganz anders angeordnet. Haeckel identificirt es in der That mit *Cunina rhododactyla*, einer Form, die bis dahin nicht nur für specifisch und generisch von *Carmarina* unterschieden, sondern für ein Glied einer andern Familie — der *Aeginiden* — gegolten hatte.

Was diesen Vorgang der ungeschlechtlichen Vermehrung noch merkwürdiger macht, ist, dass er bei *Carmarinen* stattfindet, die schon geschlechtsreif sind, und bei Männchen sowohl wie bei Weibchen.[1])

---

1) Vergl. darüber die Nachträge im Schlusscapitel. D. Uebers.

Vermuthlich findet ein ähnlicher Vorgang entogastrischer Proliferation auch bei einigen andern *Aeginiden*-Arten statt, *Aegineta prolifera* (GEGENBAUR), *Eurystoma rubiginosum* (KÖLLIKER) und *Cunina Kölliker*i (F. MÜLLER); in allen diesen Fällen haben jedoch die aus dem Knospungsvorgange hervorgehenden Medusoiden grosse Aehnlichkeit mit dem Stamm, an dem sie entstanden sind.

Wie zu erwarten war, sind *Hydrozoen* in fossilem Zustande äusserst selten, und das letzte Thier, von dem man fossile Ueberreste zu finden vermuthen sollte, dürfte wol eine Qualle sein. Trotzdem haben sich in den Solenhofener Schiefern einige Abdrücke von Medusen gut genug erhalten, um als Glieder aus der Gruppe der *Rhizostomiden* bestimmt werden zu können.[1]) Das anscheinende Fehlen von Hydrophoren-Ueberresten in den mesozoischen und jüngern paläozoischen Schichten ist sehr merkwürdig. Möglicherweise können gewisse seltsame Organismen, die sog. *Graptoliten*, welche sich häufig in den silurischen Gesteinen finden, *Hydrozoen* sein, obwol sie auch Aehnlichkeit mit den *Polyzoen* (*Bryozoen*) zeigen. Es sind einfache oder verästelte Stämme, bald schmal, bald verbreitert oder blattförmig; gelegentlich sind die Aeste an ihrem Ursprung durch eine häutige Verbreiterung verbunden. Die Stämme sind röhrenförmig und an einer oder beiden Seiten mit kleinen becherförmigen Verlängerungen, ähnlich den Kelchen einer *Sertularia*, besetzt. Eine solide Verdickung des Skelets kann wie eine selbständige Axe aussehen. ALLMAN hat die Vermuthung ausgesprochen, die kelchförmigen Vorsprünge des Graptolitenstammes möchten den Nematophoren der Sertularien entsprechen und an den Enden der Aeste möchten Hydranthen gesessen haben. Bei einigen Graptoliten hat man auch Anhänge beschrieben[2]), welche den Gonophoren der Hydrophoren analog zu sein scheinen.

Mit sehr wenigen Ausnahmen (*Hydra*, *Cordylophora*) sind die *Hydrozoen* marine Thiere, und eine beträchtliche Anzahl, wie die *Calycophoriden* und *Physophoriden*, haben eine ausschliesslich pelagische Lebensweise.

---

1) HAECKEL, »Ueber zwei neue fossile Medusen aus der Familie der Rhizostomiden«. — Jahrb. für Mineralogie. 1866.

2) HALL, »Graptolites of the Quebec Series of North America«, 1865. — NICHOLSON, »Monograph of the British Graptolitidae«, 1872.

Die Actinozoen. — Zwischen den *Actinozoen* und *Hydrozoen* sind zwei wesentliche Unterschiede vorhanden. Erstens führt bei den Actinozoen die Mundöffnung in einen Sack, den man, ohne die Frage nach seiner eigentlichen Function zu präjudiciren, als »Magensack« bezeichnen kann, und der nicht, wie das Hydranth bei den Hydrozoen, frei hervorragt, sondern in den Körper eingesenkt ist. Von den Wandungen des letztern ist er durch einen Hohlraum getrennt; Scheidewände, die Mesenterien, welche von der Wand des Magenrohres zu der des Körpers ausstrahlen, theilen die Körperhöhle in eine entsprechende Anzahl von Intermesenterialkammern. Da das Magenrohr aber an seinem hintern Ende offen ist, so steht sein Hohlraum in Verbindung mit demjenigen des centralen Raumes, der mit den Intermesenterialkammern communicirt. Dieser centrale Raum aber nebst den Kammern, die man oft zusammen als »Leibeshöhle« oder »Perivisceralhöhle« bezeichnet, ist in Wirklichkeit Eines mit der Verdauungshöhle und stellt wie bei den Hydrozoen ein Enterocoel dar. Man könnte also ein Actinozoon vergleichen mit einer *Lucernaria* oder noch besser mit einer *Carduella*, bei der die äussere Fläche des Hydranths mit der innern Fläche der Umbrella verwachsen ist; unter diesen Umständen würden die Canäle der Umbrella bei dem Hydrozoon den Intermesenterialkammern bei dem Actinozoon entsprechen.

Zweitens entwickeln sich bei den *Actinozoen* die Fortpflanzungselemente in den Wandungen der Kammern oder Canäle des Enterocoels, gerade wie so häufig in den Wandungen der Gastrovascularcanäle bei den Hydrozoen, allein die so gebildeten Geschlechtsorgane ragen nicht nach aussen hervor und entleeren auch ihren Inhalt nicht direct nach aussen. Die Eier und Spermatozoen ergiessen sich vielmehr in das Enterocoel und gelangen schliesslich durch den Mund nach aussen. Auch in dieser Hinsicht lässt sich ein Actinozoon mit einer durch Verwachsung des Hydranths mit der ventralen Fläche der Umbrella modificirten *Lucernaria* vergleichen; unter solchen Umständen würden nämlich die Fortpflanzungselemente, welche bei allen *Hydrozoen* sich entweder in der Wand des Hydranths oder in derjenigen der oralen Fläche der Umbrella entwickeln, verhindert sein, anders als durch die Gastrovascularcanäle und den Mund auszutreten.

In der fundamentalen Zusammensetzung des Körpers aus einem Ektoderm und Endoderm mit einem mehr oder minder mächtig ent-

wickelten Mesoderm und in dem Reichthum an Nesselzellen stimmen die *Actinozoen* mit den *Hydrozoen* überein.

Bei den meisten *Actinozoen* erzeugt der einzelne Polyp, in den sich der Embryo verwandelt, durch Knospung viele Zooiden, welche ein zusammenhängendes Ganze bilden, das Lacaze-Duthiers ein *Zoanthodem* genannt hat.

Die Coralligenen. — Die *Actinozoen* umfassen zwei Gruppen — die *Coralligena* und die *Ctenophora* — welche zwar sehr verschieden aussehen, aber im Grunde sehr ähnlich gebaut sind. Bei den ersteren ist der Mund immer von einem oder mehreren Kränzen von Tentakeln umgeben, die entweder dünn und kegelförmig oder kurz und gefranst sein können. Der Mund ist gewöhnlich in einer Richtung verlängert und hat an den Enden des langen Durchmessers Falten, welche sich in die Magenhöhle fortsetzen. Die Anordnung der Körpertheile ist also nicht so vollkommen radiär, wie es den Anschein hat. Das Enterocoel ist in sechs, acht oder mehr weite Intermesenterialkammern getheilt, welche mit den Tentakelhöhlen communiciren und manchmal auch durch Oeffnungen in der Körperwand direct nach aussen münden. Die Mesenterien, welche diese weiten Kammern trennen, sind dünn und häutig. Zwei von ihnen, an den gegenüberliegenden Enden eines Querdurchmessers des Actinozoons, sind oft anders als die übrigen gebildet. Jedes Mesenterium endet in seinem aboralen Theile mit einer freien Kante, die oft mit einem verdickten, gefalteten Rande versehen ist; diese freien Kanten sehen nach dem Mittelpunkte eines axialen Hohlraumes[1]) hin, in den sich das Magenrohr und alle Intermesenterialkammern öffnen.

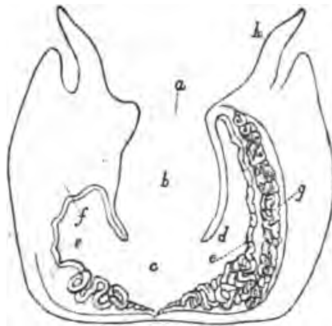


Fig. 29. — Senkrechter Schnitt durch *Actinia holsatica* (nach Frey und Leuckart). — *a.* Mund; *b.* Magenhöhle; *c.* gemeinsame Höhle, in die sich die Magenhöhle und die Intermesenterialkammern öffnen; *d.* Intermesenterialkammern; *e.* verdickter freier Rand eines Mesenteriums, *f.* mit Nesselzellen; *g.* Fortpflanzungsorgane; *h.* Tentakel.

---

1) In diesem axialen Hohlraum findet man oftmals halbverdaute Theile, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass er **functionell** dem Magen oder dem Anfang des Darms bei höhern Thieren entspricht.

Bei den *Coralligenen* ist die äussere Körperwand nicht mit Bändern von grossen ruderartigen Wimpern besetzt. Die meisten sind zeitweilig oder dauernd festsitzend, und viele erzeugen durch Knospung rasenartige oder baumförmige Zoanthodeme. Die grosse Mehrzahl besitzt ein hartes Skelet, hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk bestehend; dasselbe kann entweder in lose in der Körperwand liegenden Spicula abgelagert sein, oder die Spicula können mit einander verschmelzen und ein dichtes Netzwerk oder solide Platten von Kalk bilden. Wenn Letzteres der Fall ist, kann die Kalkablagerung sich auch auf die Basis (als »Fussblatt«) und die Seitenwände (als »Mauerblatt«) des Actinozoenkörpers erstrecken und so einen einfachen Kelch oder eine *Theca* erzeugen. Das so gebildete, von seinen Weichtheilen befreite Skelet ist eine »Becherkoralle« und erhält den Namen eines *Corallits*.

In einem Zoanthodem können die durch Knospung gebildeten verschiedenen Polypen (*Anthozooide*) entweder gesondert sein oder mit ihren Enterocoelen in Zusammenhang stehen; in letzterm Falle kann die gemeinsame Verbindungsmasse des Körpers oder das *Coenosark* von einem regelmässigen System von Canälen durchzogen sein. Und wenn solche zusammengesetzte Actinozoen ein Skelet erzeugen, so können die Coralliten gesondert und nur durch eine durch Verkalkung des Coenosarks gebildete Masse, welche man das *Coenenchym* nennt, verbunden sein; oder es können sich die Theken unvollkommen entwickeln und die Scheidewände benachbarter Coralliten verschmelzen. Ferner giebt es Fälle, wo die Kalkablagerungen in den einzelnen Polypen eines zusammengesetzten Actinozoons und in den oberflächlichen Theilen des Coenenchyms die Form loser Nadeln haben können, während der Axentheil des Coenosarks sich in eine dichte Chitin- oder Kalkmasse, die sog. *Sclerobasis*, verwandelt.

Das Mesoderm enthält mächtig entwickelte Muskelfasern. Die Frage, ob die *Coralligenen* ein Nervensystem und Sinnesorgane besitzen, kann gegenwärtig noch nicht mit Bestimmtheit beantwortet werden. Nur bei den *Actinien* hat man die Existenz solcher Organe behauptet; der von Spix beschriebene Nervenring von *Actinia* ist von keinem spätern Beobachter wieder gesehen worden, und man darf wohl annehmen, dass er gar nicht existirt. Prof. P. M. Duncan [1]) hat jedoch in neuerer Zeit einen nervösen Apparat beschrieben, be-

1) Duncan, »On the nervous system of Actinia« — Proceedings of the Royal Society, October 9, 1873. vol. XXII. p. 44. p. 263.

stehend aus spindelförmigen Ganglienzellen und diese verbindenden Nervenfasern, welche den sympathischen Nervenfibrillen der Wirbelthiere ähnlich sind und einen Plexus bilden, der sich durch die ganze Fussscheibe und wahrscheinlich auch noch in andere Körpertheile hinein erstreckt. Bei einigen *Actiniden* (z. B. *Actinia mesembryanthemum*) liegen glänzend gefärbte perlähnliche Körper in der Mundscheibe ausserhalb der Tentakeln. Den Bau dieser »Chromatophoren« oder »Bourses calicinales« haben Schneider und Rötteken sowie Duncan sorgfältig untersucht. Es sind Aussackungen der Leibeswand, deren Oberfläche aus dicht gedrängten »Stäbchen« besteht; und in diesen befinden sich eine Lage von stark lichtbrechenden Kügelchen und darauf eine Lage von nicht minder stark lichtbrechenden Kegeln. Unter diesen findet Duncan Ganglienzellen und Nervengeflechte. Diese Körper scheinen demnach rudimentäre Augen zu sein.[1]

Die Geschlechter können getrennt und nicht getrennt sein. Das Ei ist gewöhnlich, wenn nicht immer, mit einer Dotterhaut versehen. Aus dem befruchteten Ei geht eine bewimperte Morula hervor, die entweder ausgestossen wird oder sich innerhalb der Körperhöhle weiter entwickelt. Aus der Morula wird eine Gastrula, ob aber durch eine eigentliche Einstülpung oder durch Delamination, wie bei den meisten *Hydrozoen*, ist nicht ganz klar. Die Gastrula setzt sich gewöhnlich mit ihrem geschlossenen Ende fest, während sich um das aborale Ende Tentakeln entwickeln. Es ist kaum zu bezweifeln, dass die Intermesenterialkammern Divertikel des ursprünglichen Enterocoels sind; allein die genauere Art ihrer Bildung bedarf noch der weitern Aufklärung.

Lacaze-Duthiers[2]) hat jüngsthin neues Licht auf die Entwicklung der *Coralligenen*, besonders der *Actinien* (*Actinia, Sagartia, Bunodes*) geworfen. Diese Thiere sind allgemein hermaphroditisch; Hoden und Ovarien finden sich gewöhnlich in demselben Thier, oft sogar an denselben Mesenterien; allein es kann vorkommen, dass sich zu einer bestimmten Zeit ausschliesslich die Organe des

1) Vergl. darüber die neueren Untersuchungen von Ludwig (»Ueber das Rötteken'sche Auge der Actinien«. — Göttinger gelehrte Nachrichten, 1875. S. 491), nach denen die angeblichen »Stäbchen« Flimmerhaare, die »lichtbrechenden Kügelchen« Fetttröpfchen, unausgebildete Nesselkapseln oder Zellkerne, die »Ganglienzellen und Nervengeflechte« Bindegewebe sind, etc. D. Uebers.

2) Lacaze-Duthiers, »Développement des Coralliaires«. — Archives de Zoologie expérimentale, 1872.

einen oder des andern Geschlechtes entwickeln. Die Eier durchlaufen die ersten Entwicklungsstadien innerhalb des elterlichen Körpers. Den Vorgang der Dottertheilung hat man noch nicht beobachtet; in dem jüngsten beschriebenen Zustande hat der Embryo einen ovalen planulaartigen Körper, der aus einer innern farbigen Masse und einer äussern farblosen Schicht besteht. Die äussere Schicht (Epiblast = Ektoderm) erhält bald Wimpern. An einem Ende tritt eine ovale Einsenkung auf und wird zum Munde [1]) und Magenrohre, während am entgegengesetzten Ende die Wimpern sich zu einem Büschel verlängern. Das Ektoderm erstreckt sich in das Magenrohr hinein und kleidet dasselbe aus, während im Innern des farbigen Hypoblasts ein Hohlraum, das Enterocoel, welcher mit dem Magenrohr im Zusammenhang steht, auftritt. In diesem Zustande schwimmt der Embryo mit seinem oralen Pole nach hinten gerichtet umher.

Die Mundöffnung verändert ihre Form und streckt sich in einer Richtung, die wir die Mundaxe nennen können. Die Mesenterien sind paarige Fortsätze der durchsichtigen äussern Schicht (wahrscheinlich desjenigen Theiles, der das Mesoderm bildet); sie trennen das Enterocoel in entsprechende Segmente. Die zuerst auftretenden sind fast unter rechten Winkeln auf die Mundaxe gerichtet, in der Nähe, doch nicht genau in der Mitte ihrer Länge. Sie theilen also das Enterocoel in zwei primitive Kammern, eine kleinere (A) an einem Ende der Mundaxe und eine grössere (A') am andern. Man kann diesen Zustand mit $A \div A'$ bezeichnen; die Punkte geben die Lage der primitiven Mesenterien, der Gedankenstrich diejenige der Mundaxe an. Interessant ist es, zu bemerken, dass in diesem Stadium der Embryo ein bilateral symmetrischer cylindrischer Körper ist, mit einem centralen Canal, dem spätern Magenrohr, und einem mit diesem communicirenden zweilappigen Enterocoel, das den centralen Canal von der Leibeswand trennt. Er gleicht im Princip dem frühesten Zustande des Embryos einer Ctenophore, eines Brachiopods oder einer Sagitta.

Nun tritt ein zweites Paar von Mesenterialfortsätzen in der

1) Kowalevsky schildert die Bildung einer Gastrula durch Einstülpung bei einer Art von *Actinia* und bei *Cereanthus*; die Einstülpungsöffnung wird hier zum Munde (s. Hofmann und Schwalbe »Jahresbericht«, Bd. II. S. 269). Bei andern Arten von *Actinia* und bei *Alcyonium* scheint die Planula zu delaminiren. Gewöhnliche Furchung kommt bei einigen *Anthozoen* vor, während bei andern (*Alcyonium*) der Vorgang mehr an den bei den meisten Arthropoden stattfindenden erinnert.

grössern Kammer A' auf und trennt zwei Seitenkammern, $B\ B$, ab, welche zwischen diesen secundären und den primären Mesenterien liegen. In diesem Stadium ist das Enterocoel oder die Körperhöhle vierkammerig $(A \div {}^{B}_{B} A')$. Darauf tritt ein drittes Mesenterienpaar in der kleinern Kammer (A) auf und theilt diese in drei Abschnitte, eine am Ende der Mundaxe (A) und zwei seitliche $(C\,C)$. In diesem Stadium sind also sechs Kammern vorhanden $(A\ {}^{C}_{C} \div {}^{B}_{B} . A')$; aber fast unmittelbar darauf steigt die Zahl durch Entwicklung eines vierten Mesenterienpaares in den Kammern B, B auf acht; so entstehen die Kammern D, D, zwischen den ursprünglichen Mesenterien und den vierten. In diesem achtkammerigen Zustande $(A\ {}^{C}_{C} \div {}^{DB}_{DB} A')$ verharrt der Embryo eine Zeitlang, bis alle Kammern und die sie trennenden Mesenterien gleich gross geworden sind. Dann bildet sich in den Kammern C, C und D, D ein fünftes und ein sechstes Mesenterienpaar; so bilden sich zwei Paare neuer Kammern, E und F, und damit hat die Actinie zwölf Kammern $(A\ {}^{CE}_{CE} \div {}^{FDB}_{FDB} A')$; fünf davon rühren von der Theilung der kleinern und sieben von derjenigen der grössern primären Kammer her. Die verschiedenen Kammern werden jetzt gleich gross, und aus einer jeden fangen die Tentakeln an, hervorzuknospen. Das Auftreten der Tentakeln erfolgt jedoch nicht gleichzeitig. Der von der Kammer A' ausgehende erscheint am frühesten und ist eine Zeitlang der grösste, und zuerst sind acht Tentakeln grösser als die übrigen vier.

Die gewundenen Ränder der Mesenterien treten zuerst an den Kanten der beiden primären Mesenterien auf, dann an den Kanten des vierten Paares und darauf auch bei den übrigen.

Wegen der weitern Veränderungen der jungen Actinie muss ich auf das angeführte Werk verweisen. Aus dem Mitgetheilten geht zur Genüge hervor, dass die Entwicklung der Actinien einem Gesetze bilateraler Symmetrie folgt; ferner ergiebt sich daraus die wichtige Thatsache, dass im Laufe der Entwicklung das schliesslich hexamere Anthozoon ein tetrameres und ein octomeres Stadium durchläuft.

Dem bei den *Hydrozoen* so häufigen »Generationswechsel« analoge Erscheinungen sind bei der Mehrzahl der *Actinozoen* unbekannt. SEMPER[1]) hat jedoch in neuerer Zeit einen agamogenetischen Process

1) SEMPER, »Ueber Generations-Wechsel bei Steinkorallen«. — Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. XXII. 1872.

bei zwei *Fungien*-Arten beschrieben, den er dazu rechnet. Die *Fungien* knospen aus einem verästelten Stamme hervor, lösen sich dann los und werden frei, wie es bei dieser Gattung üblich ist. Um die Parallele mit der Erzeugung eines Medusoids aus einem Hydroidpolypen vollständig zu machen, sollte jedoch der Stamm von einem ungeschlechtlichen Zooid von anderer Form als die durch Knospung entstandenen *Fungien* aufgeammt werden. Das scheint jedoch nicht der Fall zu sein.

Bei einer Abtheilung der *Coralligenen* — den *Octocorallen* — entwickeln sich acht Enterocoelkammern und ebenso viele Tentakeln. Diese Tentakeln sind ferner relativ breit, abgeplattet und an den Kanten gezähnelt oder gar gefiedert. Das aus dem Ei sich entwickelnde Actinozoon kann einfach bleiben (*Haimea*, Milne-Edwards), bildet jedoch gewöhnlich ein Zoanthodem.

Das Coenosark des Zoanthodems ist bei den *Octocorallen* eine Masse von fleischiger Consistenz, die hauptsächlich aus einer eigenthümlichen Art von Bindegewebe, das viele in dem verdickten Mesoderm entwickelte Muskelfasern enthält, besteht. Der axiale Hohlraum jedes Anthozooids steht mit einem System weiter Canäle im Zusammenhang. Bei *Alcyonium* zieht von jedem Anthozooid ein einziger, weiter Canal in das Innere des Zoanthodems hinab, und die acht Mesenterien setzen sich als ebensoviele Leisten durch die ganze Länge desselben fort[1], so dass man diese Röhren den Thecalcanälen der *Milleporen* verglichen hat. Bei der rothen Edelkoralle (*Corallium rubrum*, Fig. 30) laufen die grossen Canäle mit dem Axenskelet parallel. Ein zartes Netzwerk, welches das übrige Coenosark durchsetzt, ist bald solide, bald bildet es ein System von feinen Canälen, welche sich in weitere öffnen. Die Anthozooiden besitzen zahlreiche Muskeln, durch die sie ihre Bewegungen ausführen. Die Fasern derselben sind zart, blass und nicht quergestreift. Nerven hat man noch nicht sicher nachgewiesen.

Bei diesen *Octocorallen* kommt die Form des Skelets vor, die man als *Sclerobasis* bezeichnet; es wird gebildet durch Verhornung oder Verkalkung des axialen Bindegewebes des Zoanthodems. Bei *Pennatula* und *Veretillum* ist es ein einfacher nicht festsitzender Stab, bei den *Gorgoniden* und bei der rothen Edelkoralle (*Corallium*) da-

1) Pouchet et Myèvre, »Contribution à l'anatomie des Alcyonaires«. — Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1870.

gegen ist es angeheftet, baumartig verzweigt oder selbst netzförmig. Bei den *Alcyonien* oder den »Seefingern« unserer Küsten ist keine Sclerobase vorhanden, ebensowenig bei *Tubipora*, der Orgelkoralle.

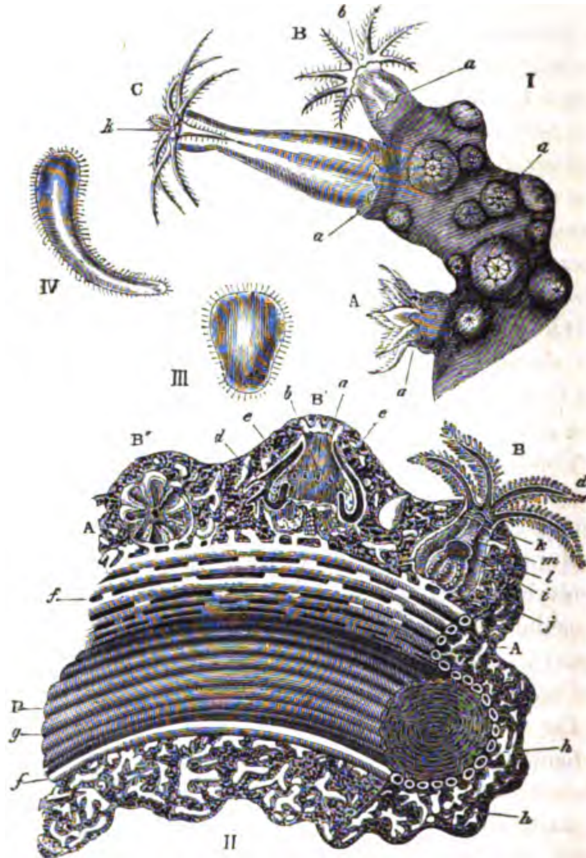


Fig. 80. — *Corallium rubrum* (nach LACAZE-DUTHIERS[1]).

I. Das Ende eines Zweiges mit *A. B. C.*, drei Anthozooiden in verschiedenem Grade der Entfaltung; *k.* der Mund; *a.* der sich um die Basis der Anthozooide kelchartig erhebende Theil des Coenosarks.

II. Theil eines Zweiges, dessen Coenosark der Länge nach getheilt und zum Theil entfernt ist; *B. B'. B''.* Anthozooide im Durchschnitt; *B.* Anthozooid mit entfalteten Tentakeln; *k.* Mund; *m.* Magenrohr; *i.* unterer Rand desselben; *j.* Mesenterien.

B'. zurückgezogenes Anthozooid; die Tentakeln *d* sind in die Intermesenterialkammern eingezogen; *c.* Mündungen der Hohlräume der eingestülpten Tentakeln; *e.* Circumoralhöhle; *b.* derjenige Theil des Körpers, der bei dem entfalteten Anthozooid das vorspringende Rohr bildet; *a.* gefranster Rand des Kelches.

B''. Anthozooid, an dem man die quer durchschnittenen Mesenterien sieht. *A. A.* das Coenosark mit seinen tiefen Längscanälen (*f*) und oberflächlichen unregelmässig netzförmigen Canälen (*h*). *P.* die harte Axe der Coralle mit den Längsgefässen entsprechenden Längsfurchen (*g*).

III., IV., freie wimpernde Embryonen.

---

1) »Histoire naturelle du Corail«, 1864.

Während jedoch bei allen andern Octocorallen die Körper der Polypen und das Coenosark mit losen Spicula aus kohlensaurem Kalk durchsetzt sind, hat *Tubipora* feste röhrenförmige Theken, in denen jedoch keine Septen vorhanden sind.

Bei den *Pennatuliden* kommt nach KÖLLIKERS Beobachtung in ausgedehntem Maasse Dimorphismus vor. Jedes Zoanthodem trägt mindestens zwei verschiedene Arten von Zooiden: die eine ist vollkommen entwickelt und besitzt Geschlechtsorgane, die andere dagegen hat weder Tentakeln noch Geschlechtsorgane und zeichnet sich noch durch einige andere Eigenthümlichkeiten aus.[1]) Diese abortiven Zooiden sind entweder unregelmässig unter den andern zerstreut (z. B. bei *Sarcophyton*, *Veretillum*), oder sie können eine bestimmte Stellung haben (z. B. bei *Virgularia*).

Bei der andern Hauptabtheilung der *Coralligenen*, — den *Hexacoralla* — ist die Grundzahl der Enterocoelkammern und Tentakeln sechs[2]) und die Tentakeln sind in der Regel rundlich oder kegelförmig oder fadenförmig.

Das sich aus dem Ei entwickelnde Actinozoon bleibt bei manchen *Hexacorallen* einfach und erreicht eine beträchtliche Grösse. Viele von diesen — die *Actiniden* — haben eine in gewissem Grade freie Ortsbewegung, einige (*Minyas*) schwimmen mit Hülfe ihrer contractilen Fussregion frei umher. Die merkwürdigste Form dieser Gruppe ist die Gattung *Cereanthus*, welche zwei je aus zahlreichen Tentakeln zusammengesetzte Tentakelkränze hat, einen unmittelbar um die Mundöffnung, den andern am Rande der Scheibe. Der Fuss ist länglich, etwa kegelförmig und besitzt gewöhnlich an seiner Spitze einen Porus. Von den diametralen Falten der Mundöffnung ist ein Paar viel länger als die übrigen und zieht sich bis an den Fussporus hinab. Die Larve hat eine merkwürdige Aehnlichkeit mit einem jungen Hydrozoon mit vier Tentakeln und besitzt zu einer Zeit vier Mesenterien.

Die *Zoanthiden* unterscheiden sich von den *Actiniden* fast nur durch ihre Vermehrung durch Knospen, welche entweder durch eine gemeinsame Ausbreitung oder durch Stolonen in Verbindung mit dem Stammthier bleiben, und durch den Besitz eines rudimentären

1) KÖLLIKER, »Anatomisch-systematische Monographie der Alcyonarien. 1. Thl. Die Pennatuliden«. — Abh. d. SENCKENBERGischen Ges. Bd. VII. VIII.

2) D. h. bei den ausgebildeten Thieren beträgt ihre Zahl entweder sechs oder ein Vielfaches von sechs.

aus Spicula gebildeten Skelets. Bei den *Antipathiden* ist ein Sclerobasis-Skelet vorhanden. Die eigentlichen Steinkorallen sind im Wesentlichen *Actinien*, die sich durch Knospung oder Theilung in Zoanthodeme verwandeln und ein zusammenhängendes Skelet entwickeln.

Die Skelettheile aller *Actinozoen* bestehen entweder aus einer hornartigen Substanz oder aus einer mit Mineralsalzen (hauptsächlich Kalk und Magnesia) imprägnirten organischen Basis, die durch Anwendung verdünnter Säuren isolirt werden kann, oder endlich aus Kalksalzen in fast krystallinischem Zustande, in Form von Stäbchen oder Körperchen, die nach Behandlung mit Säuren nur ein unmerkliches, structurloses Häutchen von organischer Materie zurücklassen. In dem letztgenannten Zustande sind die Hartheile aller *Aporosa, Perforata* und *Tabulata* Milne-Edwards', während bei den *Octocorallen* mit Ausnahme von *Tubipora* und bei den *Antipathiden* und *Zoanthiden* unter den *Hexacorallen* das Skelet entweder hornig ist oder jedenfalls aus deutlich ausgebildeten Spicula mit organischer Basis besteht und häufig eine blättrige Structur zeigt. Bei der Orgelkoralle (*Tubipora*) hat das Skelet den Charakter desjenigen der gewöhnlichen Steinkorallen, nur ist es von zahlreichen feinen Canälen durchsetzt.

Das Skelet scheint in allen Fällen im Mesoderm und in der Intercellularsubstanz dieser Körperschicht abgelagert zu werden. Selbst die so bestimmt gestalteten Spicula der Octocorallen scheinen nicht durch Metamorphose von Zellen zu entstehen. Bei den einfachen aporosen Korallen erzeugt die Verkalkung der Basis und der Wände des Körpers den Becher oder die *Theca*; von der Basis erstreckt sich die Verkalkung in Lamellen aufwärts, welche den Zwischenräumen zwischen den Mesenterien entsprechen und ebenso viele senkrechte *Septa* [1]) erzeugen, die zwischen sich sog. *Loculi* freilassen, während in der Mitte entweder durch Berührung der Septen oder selbständig eine Säule, die *Columella*, emporwächst. Kleine getrennte Stäbe zwischen der Columella und den Septen nennt man *Paluli*. Von den Seiten benachbarter Septen können hie und da verkalkte Fortsätze oder *Synapticulae* einander entgegenwachsen, so bei den *Fungiden*; oder die Unterbrechung der Loculi

1) Nach Lacaze-Duthiers' Untersuchungen an *Astraea calycularis* fangen die Septen früher an, sich zu bilden, als die Theca.

kann noch vollständiger sein durch Bildung von Balken, die sich von einem Septum zum andern erstrecken, aber in benachbarten Loculi verschieden hoch liegen; sie heissen *Interseptal-Dissepimente*. Endlich bilden sich bei den *Tabulaten* horizontale Platten, die sich vollständig durch den Hohlraum der Theca erstrecken, eine über der andern, und stellen die sog. *Tabular-Dissepimente* dar.

Bei den *Aporosen* sind die Theken und Septen fast ausnahmslos undurchbohrt; bei den *Perforaten* dagegen besitzen sie Oeffnungen und bei einigen *Madreporen* ist das ganze Skelet auf ein blosses Netzwerk von dichter Kalksubstanz reducirt. Wenn die *Hexacorallen* sich durch Knospung und Theilung vermehren und so zusammengesetzte massige oder baumförmige Stöcke erzeugen, so entwickelt jeder neue Korallenpolyp sein eigenes Skelet, das entweder mit dem der andern verschmilzt oder durch Verkalkung der gemeinschaftlichen Bindesubstanz des Körpers mit ihnen sich verbindet. Dieses Zwischenskelet heisst dann *Coenenchyma*.

Bei den ausgebildeten *Hexacorallen* sind die Septen oft sehr zahlreich und von verschiedener Länge, so dass einige dem Mittelpunkte näher kommen als die andern. Die gleichlangen gehören einem »Cyclus« an, und die Cyclen werden nach der Länge der Septen gezählt, die längsten als die ersten. Bei dem jungen Thier bilden sechs gleiche Septen den ersten Cyclus. Wenn die Koralle wächst, entsteht durch Entwicklung je eines neuen Septums zwischen je zwei älteren ein zweiter Cyclus von sechs Septen: und darauf theilt ein dritter Cyclus von zwölf Septen die früheren zwölf Interseptalkammern in vierundzwanzig. Bezeichnen wir die Septen des ersten Cyclus mit *A*, die des zweiten mit *B* und die des dritten mit *C*, dann wird der Raum zwischen je zwei Septen (*A A*) des ersten Cyclus nach Bildung des dritten durch folgenden Ausdruck darzustellen sein: *A C B C A*.

Wenn sich nun neue Septen entwickeln, so bestehen der vierte und fünfte Cyclus aus nur je zwölf Septen; es treten in jedem neuen Cyclus also die Septen nur in zwölf von den schon bestehenden Interseptalräumen auf, nicht in allen; die Reihenfolge ihrer Bildung folgt einem bestimmten Gesetz, das Milne-Edwards und Haime ermittelt haben. Die Septen des vierten Cyclus von zwölf (*d*) zerlegen den Interseptalraum *A C*, diejenigen des fünften (*e*) den Interseptalraum *B C*, diejenigen des sechsten Cyclus (*f*) *A d* und *d A*;

diejenigen des siebenten Cyclus (*g*) *e B* und *B e*, diejenigen des achten (*h*) *d C* und *C d* und diejenigen des neunten (*i*) *C e* und *e C*.

Nach der Bildung des neunten Cyclus sind also die zwischen je zwei primären Septen (*A A*) entstandenen neuen Septen folgendermassen angeordnet: *A f d h C i e g B g e i C h d f A*.[1])

Die gewöhnlich als *Milleporen* bekannten Steinkorallen sind charakterisirt durch zahlreiche röhrenförmige Hohlräume, welche an der Oberfläche offen sind, während ihre tiefern Abschnitte durch zahlreiche dicht stehende Querwände der Tabulardissepimente abgetheilt sind, wohingegen senkrechte Septen nur rudimentär oder gar nicht vorhanden sind. Sie wurden als *Anthozoen* betrachtet und in die Abtheilung der *Tabulaten* gestellt, bis der ältere Agassiz[2]) seine Beobachtungen an der lebenden *Millepora alcicornis* veröffentlichte, welche ihn zu dem Schlusse führten, dass die *Tabulaten* den *Hydractinien* verwandte *Hydrozoen* seien, und dass dazu wahrscheinlich auch die ausgestorbenen *Rugosen* gehörten.

Die von Agassiz angeführten Gründe genügten jedoch nicht, um seine Schlüsse zu beweisen, und die Entdeckung von Verrill, dass eine andere tabulate Koralle, *Pocillopora*, eine echte Hexacoralle sei, während Moseley[3]) darthat, dass die *Heliopora coerulea* eine Octocoralle sei, gaben Denen, welche gezögert hatten, Agassiz's Ansichten anzunehmen, Recht.

Die neue sehr eingehende und sorgfältige Untersuchung einer *Millepora*-Art von Tahiti durch Moseley[4]) lässt nun aber, obwohl sie uns noch über einen wichtigen Punkt, nämlich die Fortpflanzungsorgane, im Unklaren lässt, keinen Zweifel, dass *Millepora* ein echtes mit *Hydractinia* verwandtes *Hydrozoon* ist, wie es Agassiz behauptet hatte. An der Oberfläche der lebenden *Millepora* stehen kurze, breite Hydranthen, deren Mund von vier kurzen Tentakeln umgeben ist. Um jedes dieser Nährzooiden steht ein Kranz von fünf bis zu zwanzig und mehr viel längern mundlosen Zooiden, deren Körper mit zahl-

1) Dass die Reihenfolge, in der die Septen verschiedener Länge in den verschiedenen Wachsthumsstadien eines Coralliten auftreten, die angegebene ist, ist wol klar, mag auch die eigentliche Entstehungsart der Septen in einem Cyclus eine andere sein.

2) »Natural History of the United States« vol. III. IV. 1860—1862.

3) Moseley, »The structure and relations of the Alcyonarian *Heliopora coerulea*, etc.« — Proc. Royal Society, Nov. 1875.

4) Proc. Royal Society, 1876.

reichen kurzen Tentakeln besäet ist. Jedes solche Zooid hat an seiner Basis eine Erweiterung, von der röhrenförmige Fortsätze ausgehen, welche sich verzweigen und anastomosiren und so ein dünnes ausgebreitetes Hydrosom erzeugen. Die Kalkmasse (wie gewöhnlich aus kohlensaurem und einer geringen Menge phosphorsaurem Kalk bestehend) bildet einen dichten zusammenhängenden Ueberzug auf dem Ektoderm der Verzweigungen des Hydrosoms; der unter den Erweiterungen der Zooiden liegende Theil desselben liefert die Septen. Wenn die erste Hydrosomerweiterung fertig ist, bildet sich an ihrer äussern Oberfläche eine neue und die erste stirbt ab. Die »Thecal«-Canäle der Koralle entstehen dadurch, dass sich die Erweiterungen der Zooiden der auf einander folgenden Hydrosomschicht in der Lage entsprechen; die Tubulae sind ihre Grundplatten.

So hört also die Gruppe der *Tabulaten* auf zu existiren, und ihre Glieder müssen theils zu den *Hexacorallen*, theils zu den *Octocorallen*, theils zu den *Hydrozoen* gestellt werden.

Die *Rugosen* bilden eine Gruppe von ausgestorbenen, hauptsächlich paläozoischen Steinkorallen, deren Theken mit Tabulardissepimenten versehen sind, und welche gewöhnlich minder entwickelte Septen haben als die gewöhnlichen Steinkorallen. Die Anordnung der Theile bei den ausgebildeten *Rugosen* nach der Vierzahl und die oftmals ausgeprägte bilaterale Symmetrie sind, wenn man sie im Zusammenhang mit den tetrameren und asymmetrischen Zuständen der Hexacorallen-Embryonen betrachtet, Eigenthümlichkeiten von hohem Interesse. Andrerseits besitzen einige *Rugosen* Deckel, welche man den bei der Alcyonarie *Primnoa* von LINDSTRÖM beobachteten Skeletanhängen vergleichen kann; dies sowie die Anordnung ihrer Theile nach der Vierzahl deutet auf eine Verwandtschaft mit den *Octocorallen* hin. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese alten Korallen einen vermittelnden Typus zwischen den Hexacorallen und den Octocorallen darstellen.

Alle *Actinozoen* sind Meeresthiere. Die *Actinien* unter den *Hexacorallen* und verschiedene Formen von *Octocorallen* haben eine äusserst weite Verbreitung, und die letztern finden sich in sehr grossen Tiefen.

Die Steinkorallen ferner haben eine grosse Verbreitung sowohl hinsichtlich der Tiefe als auch hinsichtlich der Temperaturverhältnisse; doch sind sie am häufigsten in warmen Meeren, und viele

sind ganz auf solche Gegenden beschränkt. Einige von diesen Steinkorallen leben vereinzelt, andere gesellig, wachsen auf grossen Feldern beisammen und bilden dann die sog. »Korallenriffe«. Diese Letztern sind auf die verhältnissmässig schmale Zone der Erdoberfläche beschränkt, welche zwischen den Isothermen von 33° liegt, oder mit andern Worten, sie erstrecken sich nicht mehr als etwa bis zum 30. Grade zu beiden Seiten des Aequators. Es sind jedoch nicht Temperaturverhältnisse allein, welche ihre Verbreitung bedingen; denn innerhalb dieser Zone findet man die Riffkorallen in Tiefen von über fünfzehn bis zwanzig Faden nicht mehr lebend, während am Aequator eine Durchschnittstemperatur von 38° noch nicht in einer Tiefe von 100 Faden erreicht wird.

Nicht nur Wärme also, sondern auch Licht und wahrscheinlich auch rasche und wirksame Durchlüftung sind wesentliche Bedingungen für die Thätigkeit der riffbauenden *Actinozoen*. Aber selbst innerhalb der Korallenzone ist die Verbreitung der Riffkorallen merkwürdig capriciös. Man findet keine an der Westküste von Afrika, sehr wenige an der Ostküste von Südamerika, keine an der Westküste von Nordamerika, während sie im indischen und stillen Ocean und im caraibischen Meere Hunderte von Quadratmeilen bedecken. Es ist jedoch keineswegs sicher, ob irgend eine Art von westindischen Riffkorallen mit einer ostindischen Art identisch ist, und die Korallen des centralen stillen Oceans unterscheiden sich sehr beträchtlich von denen des indischen Oceans.

Verschiedene Arten von Korallen verhalten sich sehr verschieden sowohl in Bezug auf ihre Wachsthumsgeschwindigkeit als auch in Bezug auf die Tiefe, in der sie am besten gedeihen, und keine beweist in dieser Hinsicht etwas für die andere. Gewisse Arten von *Perforaten* (*Madreporidae* und *Poritidae*) sind zugleich die, welche am schnellsten wachsen und das flachste Wasser lieben. Die *Astraeiden* unter den *Aporosen* und *Seriatopora* unter den *Tabulaten* leben in grossen Tiefen und wachsen wahrscheinlich langsamer.

Unter den eben geschilderten eigenthümlichen Existenzbedingungen könnte es leicht erscheinen, die nothwendige Anordnung der Korallenriffe a priori zu verstehen. Da die riffbildenden Actinozoen nicht in grössern Tiefen als etwa zwanzig Faden leben können, so kann sich offenbar ursprünglich kein Riff in einer grössern Tiefe unter der Oberfläche gebildet haben, und eine so geringe Tiefe setzt gewöhnlich eine nicht sehr grosse Entfernung vom Lande voraus.

Ferner könnten wir annehmen, dass das Wachsthum der Korallen den Raum zwischen dem Ufer und der äussersten Grenze ihres Gedeihens ausfüllen würde, so dass die Ufer eines Korallenmeeres von einer Art flacher Korallenterrasse umsäumt wären, die höchstens einige wenige Fuss hoch mit Wasser bedeckt wäre; diese Terrasse würde sich ins Meer hinaus erstrecken, bis das Land, auf dem sie wächst, bis etwa zwanzig Faden gesunken wäre, und würde dann plötzlich mit einer steilen Wand endigen, deren Höhe mit überhängenden Wülsten von lebenden Korallen gekrönt wäre, während ihr Fuss durch einen Haufen von todten, durch die Wogen losgerissenen und aufgehäuften Trümmern bedeckt wäre. Ein solches »Küstenriff« umgiebt in der That die Insel Mauritius. Das Ufer fällt hier nicht allmählich bis zu den Tiefen des Meeres ab, sondern geht in einen flachen, unregelmässigen Strand über, der nur wenige Fuss hoch von Wasser bedeckt ist und in grösserer oder geringerer Entfernung von der Küste mit einem Rande endigt, an dem sich das Meer beständig bricht, und dessen dem Meere zugewandte Seite jäh bis zu fünfzehn oder zwanzig Faden abfällt.

Die Structur eines Küstenriffes ist in verschiedener Entfernung vom Lande und an der dem Meere zugewandten Seite in verschiedener Tiefe verschieden. Die von der Brandung getroffene Kante besteht aus lebenden Massen von *Porites* und korallenähnlichen Pflanzen, den *Nulliporen*; tiefer befindet sich eine Zone von *Aporosen* (*Astraeidae*) und *Milleporen* (*Seriatopora*), während noch tiefer alle lebendigen Korallen aufhören: das Loth bringt nur noch todte Zweige herauf oder zeigt einen ebenen, sanft abfallenden Boden, den mit feinem Korallensand und Schlamm bedeckten eigentlichen Meeresboden, an. Vom Rande des Riffes landeinwärts gehend hören die *Poritiden* auf und werden durch einen Gürtel von angehäuften todten Zweigen und Sand, von Nulliporen überzogen, ersetzt; der Boden des flachen Beckens oder der »Lagune« zwischen dem Riff und dem Lande wird gebildet aus einem Conglomerat, das aus durch Schlamm verkitteten Korallenbruchstücken besteht, und auf diesem sitzen und gedeihen in den üppigsten Farben und oft zu bedeutender Grösse heranwachsend *Meandrinen* und *Fungien*. Bei Stürmen werden Massen von Korallen auf den Boden der Lagune geschleudert und vergrössern allmählich das dort angehäufte Gesteinsconglomerat; auf keine andere Weise jedoch kann ein Saumriff, das einmal seine äusserste Tiefe erreicht hat, an Grösse zunehmen, wenn nicht der

am Fusse seiner Aussenfläche sich anhäufende Trümmerwall hoch genug wird, dass die Korallen darauf innerhalb der für sie feststehenden Tiefengrenzen Fuss fassen können.

Das ist die Structur eines Küstenriffes; aber die grosse Mehrzahl der Riffe im stillen Ocean hat einen ganz andern Charakter. Längs der Nordostküste von Neuholland z. B. liegt eine ungeheure Masse von Riffen in einer Entfernung von hundert bis zehn Seemeilen vom Ufer, eine prächtige Mauer oder Barriere gegen die Wogen des stillen Oceans bildend. Wenige hundert Meter ausserhalb dieses »Barriere-Riffs« kann man mit einem Lothseil von tausend Faden noch keinen Grund erreichen; zwischen dem Riff und dem Festland dagegen ist das Meer kaum je über dreissig Faden tief. Viele von den Inseln des stillen Oceans ferner sind von Riffen umgeben, welche in ihrem Charakter ganz dem Barriereriff entsprechen, d. h. sie sind von dem Lande durch einen verhältnissmässig seichten Canal getrennt, während sie nach dem Meere hin eine fast senkrechte Wand besitzen, die bis zu sehr grosser Tiefe abfällt.

In vielen Fällen endlich, besonders unter den Einzelriffen, welche zusammen die grosse australische Barriere bilden, findet sich keine Spur von einer centralen Insel, sondern nur ein ringförmiges Riff, das gewöhnlich an der Leeseite eine Oeffnung hat, schaut aus dem Meere empor. Diese scheinbar mit anderm Lande gar nicht in Verbindung stehenden Riffe heissen »Atolle«.

Wie haben sich nun diese Barrierenriffe, Dammriffe und Atolle gebildet? Sicher können die Erbauer dieser Riffe nicht in grösserer Tiefe leben als an den Küstenriffen. Wie können sie dann aber aus einer Tiefe von tausend Faden oder mehr hervorgewachsen sein? Warum nehmen sie so allgemein die Ringform an? In welchem Zusammenhang stehen endlich Küstenriffe und Atolle? Die einzige durchaus befriedigende Antwort auf diese Fragen hat Charles Darwin, gegeben, dessen ausgezeichnetem Werke über Korallenriffe ich die meisten obenerwähnten Einzelheiten entnommen habe. Man überlege sich einen Augenblick, was die Folge sein würde, wenn die Insel Mauritius langsam und allmählich sänke — vielleicht nur wenige Fuss im Jahrhundert (jedenfalls nicht schneller als die Korallen aufwärts wachsen können), aber lange Zeit anhaltend. Wie der Rand des Saumriffes sinkt, werden neue Korallen bis an die Oberfläche nachwachsen; da aber die thätigsten und wichtigsten Riffbauer am besten gerade in der Brandung gedeihen, so muss der Rand des

Riffs schneller wachsen als sein innerer Theil, und der Unterschied wird immer grösser werden, je mehr der letztere sinkt und sich von der Region des lebhaftesten Wachsthums entfernt. Immerhin würde der Meeresboden auch innerhalb des Riffs durch die Anhäufung von Trümmern und die Ablagerung von feinem Schlamm in seinen geschützten und verhältnissmässig ruhigen Wassern sich beständig heben. Andrerseits kann an der dem Meere zugewandten Seite des Riffs nicht wohl eine Ausdehnung durch directes Wachsthum erfolgen, und dasjenige durch Anschüttung muss äusserst langsam vor sich gehen, da durch die beständige Thätigkeit der Gezeiten, der Wogen und der Strömungen jeder Trümmerhaufen über eine weitere und immer weitere Strecke vertheilt wird.

Der Rand des Riffs gleicht sich also unaufhörlich aus für die Senkung, die er erfährt, während innerhalb des Riffes nur eine theilweise und aussen fast gar keine Ausgleichung erfolgt. Ginge diese Senkung fort, bis der höchste Gipfel nur noch wenige hundert Fuss aus dem Meere hervorragte, so würde von Mauritius nichts übrig sein als eine von einem Dammriff umgebene Insel; bei noch länger anhaltender Senkung endlich würde nur ein ringförmiges Riff oder ein Atoll übrig bleiben. Die Region der Korallenriffe ist nun aber meistentheils die der constanten Winde. Während des ganzen Wachsthumsprocesses des Riffs ist also eine seiner Seiten — die dem Winde zugekehrte — der Brandung mehr ausgesetzt als die Leeseite. Es wird sich daher nicht nur die grösste Trümmermenge an der Windseite anhäufen, sondern die Korallen selbst werden dort besser ernährt, mit frischerem Wasser versehen werden und folglich auch üppiger gedeihen. Es ist also, wenn die übrigen Umstände gleich sind, Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass die Leeseite des Riffs langsamer wächst und jeden Schaden weniger leicht ausbessert als die Windseite: die Folge davon ist die bekannte Thatsache, dass die fahrbaren Eingangscanäle zu den Dammriffen oder Atollen gewöhnlich an der Leeseite liegen.

Zur Zermalmung der Korallen zu Bruchstücken und Schlamm tragen neben den Winden und Wogen in eigenthümlicher Weise die *Scari* und die *Holothurien*, welche die Riffe bewohnen. bei, die ersteren, indem sie mit ihren harten, papageienartigen Kiefern die lebenden Polypen abnagen und in ihren Excrementen einen feinen Kalkschlamm auswerfen, die letztern wahrscheinlich, indem sie nur die kleinern Bruchstücke und den Schlamm verzehren und,

nachdem sie daraus soviel Nahrung, wie dieselben enthalten mögen, gezogen haben, ein ähnliches Erzeugniss von sich geben. Es ist merkwürdig, wie ähnlich die Thätigkeit dieser wurmartigen Holothurien auf den Korallenwiesen des Meeres der uns durch Darwin bekannt gewordenen der Regenwürmer auf unsern Landwiesen ist!

In der paläozoischen Periode scheinen Riffe, ähnlich wie die eben geschilderten, auch in unsern Breiten vielfach bestanden zu haben, und es herrscht eine höchst auffallende oberflächliche Aehnlichkeit zwischen den alten Kalkfelsschichten, die uns von ihrer Existenz Kunde geben, und den Korallenkalkmassen von einer Härte, dass man sie nur mit einem Hammer sprengen kann, die sich jetzt durch Anhäufung von Korallenschlamm und -Bruchstücken und Erhärtung derselben durch durchsickerndes Wasser bilden. Bei genauerer Betrachtung stellt sich jedoch ein wichtiger Unterschied in der Natur der die beiden Riffe zusammensetzenden Korallen heraus. Die modernen Kalke sind aus *Perforaten*, *Milleporen* und *Aporosen* gebildet. Die alten enthalten auch *Milleporen*, aber gewöhnlich weder *Perforaten* noch *Aporosen*, sondern beide Gruppen sind durch die *Rugosen* ersetzt, von denen (mit einigen zweifelhaften Ausnahmen) keine Vertreter die paläozoische Periode überlebt haben. Andrerseits sind *Palaeocyclus* und *Pleurodictyum* die einzigen zu den *Aporosen* und *Perforaten* gehörenden Gattungen, welche in älteren als mesozoischen Schichten gefunden worden sind.

Die Rippenquallen (Ctenophora)[1]. — Dies sind freischwimmende Meeresthiere, welche niemals durch Knospung zusammengesetzte Organismen bilden und immer von einer weichen, gallertigen Beschaffenheit sind; ihre Hauptmasse besteht aus dem mächtig entwickelten Mesoderm. Viele sind eiförmig oder rundlich (*Beroë*, *Pleurobrachia*, Fig. 31), während bei andern der Körper in Lappen ausgezogen (*Callianira*) oder gar bandförmig (*Cestum*) sein kann. Welche Form sie aber auch haben mögen, immer besteht eine deutliche bilaterale Symmetrie, indem ähnliche Theile an den

---

1) Allman stellt (in seinem »Monograph of the Tubularian Hydroids«, 1871. p. 3) die *Ctenophoren* zu den *Hydrozoen*. Ich gestehe jedoch, dass ich keinen Grund sehe, von dem Schlusse, zu dem mich die Untersuchung des Baues von *Pleurobrachia* vor vielen Jahren geführt hat, dass nämlich die *Ctenophoren* eigenthümlich modificirte *Actinozoen* seien, abzugehen.

gegenüberliegenden Seiten einer Medianebene angebracht sind, durch welche die Körperaxe geht. Der Mund liegt an dem einen Ende dieser Axe, das wir als oralen Pol bezeichnen können. Am entgegengesetzten oder aboralen Pole befindet sich keine mediane Oeffnung, dagegen in der Regel, wenn nicht ausnahmslos, ein paar Oeffnungen in kurzer Entfernung davon. Die Seiten der Körperhälften tragen jede vier Längsbänder (sog. Rippen) von langen, starken, in Querreihen angeordneten Wimpern, wie ebensoviele Ruder

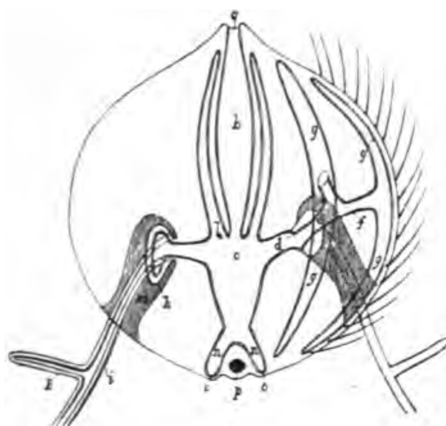


Fig. 31. — Diagramm von *Pleurobrachia*. — *a.* Mund; *b.* Magen; *c.* Trichter; *d.* Horizontalcanal; *e.* einer seiner Zweige, der sich bei *f.* abermals in zwei Aeste theilt, die in die Längscanäle *gg.* münden; parallel mit letztern ziehen die Wimperrippen; *h.* Tentakeltasche; *i.* Tentakel mit einem seiner Aeste *k.*; *l.* an den Seiten des Magens verlaufender Canal; *m.* Tentakelcanal; *nn.* Canäle, die mit den aboralen Oeffnungen *oo.* münden, an jeder Seite des Ganglions und Gehörbläschen, *p.* eines.

(die sog. Schwimmplättchen); diese bilden die Hauptbewegungsorgane. Jede Hälfte ist ferner oft mit langen retractilen Tentakeln versehen, und an der oralen Seite können sich gelappte Fortsätze des Körpers oder nicht-retractile Tentakeln entwickeln. Der Mund führt in einen weiten, aber abgeplatteten Magensack, dessen aborales Ende durchbohrt ist und in eine als »Trichter« (*infundibulum*) bezeichnete Kammer führt. Von den aboralen Seiten dieses Trichters führen ein Canal, der sich gabelt, oder zwei Canäle zu den aboralen Oeffnungen. An gegenüberliegenden Seiten des Trichters geht zur Mitte jeder Körperhälfte ein Canal ab, welcher sich früher oder später in zwei theilt, die sich dann abermals theilen, so dass schliesslich vier divergirende und nach der Innenseite der Schwimmplattenreihen

oder Rippen hin ausstrahlende Canäle entstehen. Jeder dieser Canäle mündet, wenn er die Oberfläche erreicht hat, in einen Längscanal, der unter der Rippe liegt und Aeste abgeben oder sich mit den andern Längscanälen zu einem Ringcanal am aboralen Ende des Körpers vereinigen kann. Wo retractile Tentakeln vorhanden sind, stehen auch deren Hohlräume mit derselben Kammer in Verbindung.

Das ganze Canalsystem steht in offenem Zusammenhang mit der Magenhöhle und entspricht dem Enterocoel einer *Actinie.* Eine Actinie mit nur acht Mesenterien, die aber so mächtig wären, dass die Mesenterialkammern zu Canälen reducirt würden, mit zwei aboralen Poren statt des einen bei *Cereanthus* vorkommenden und mit acht den reducirten Intermesenterialkammern entsprechenden Wimperbändern, würde in der That alle wesentlichen Eigenthümlichkeiten einer *Ctenophore* besitzen.

Die Frage, ob die Rippenquallen ein Nervensystem besitzen, ist noch streitig. Zwischen den aboralen Oeffnungen liegt ein rundlicher Zellenkörper, auf welchem in vielen Fällen ein Sack mit festen Theilchen sitzt, ähnlich einer Lithocyste bei einem medusenförmigen *Hydrozoon.* Ich sehe keinen Grund, warum der rundliche Körper nicht ein Ganglion und der Sack ein rudimentäres Gehörorgan sein soll. Von dem Ganglion zu den Rippen ausstrahlende Bänder kann man als Nerven betrachten, obschon sie immerhin auch andere nicht nervöse Gebilde enthalten mögen[1].

Die Eier und Spermatozoen entwickeln sich an den Seitenwän-

---

1) Grant hat ursprünglich einen nervösen, Ganglien enthaltenden Ring beschrieben, von dem bei *Cydippe* (*Pleurobrachia*) Längsstränge ausgehen sollten, aber seine Beobachtung ist von spätern Forschern nicht bestätigt worden. Nach Milne-Edwards und Späteren (zu denen ich mich selbst rechnen muss) besteht das Nervensystem aus einem am aboralen Körperpole gelegenen Ganglion, von dem Nerven ausstrahlen, von denen die umfangreichsten acht unter den entsprechenden Schwimmplattenreihen hinziehende Stränge sind; und auf dem Ganglion liegt ein Sinnesorgan mit den Charakteren eines Otolithensäckchens. Agassiz und Kölliker dagegen haben behauptet, die geschilderten Theile (welche allerdings bestehen) seien nicht richtig gedeutet. Ferner hat man, obwohl der als ein Otolithensäckchen beschriebene Körper bei allen oder den meisten Ctenophoren unzweifelhaft in der angegebenen Lage existirt, die Frage aufgeworfen, ob er ein Gehör- oder ein Sehorgan darstelle.

Diese Probleme sind neuerdings mit grosser Sorgfalt und mit Hülfe der verfeinerten Methoden der modernen Histologie von Eimer bearbeitet worden, dessen Schilderung des Nervensystems schon oben (S. 61) mitgetheilt worden ist.

den der Längscanäle, welche den Seiten der Mesenterien bei den *Coralligenen* entsprechen, und die Geschlechter sind gewöhnlich in demselben Individuum vereinigt.

Die Entwicklung [1]) der *Ctenophoren* ist in neuerer Zeit eingehend von Kowalevsky und A. Agassiz erforscht worden. Das abgelegte Ei ist von einer geräumigen Kapsel umschlossen und besteht aus einer äussern dünnen Protoplasmaschicht, welche in einigen Fällen contractil ist, und einer innern blasigen Substanz. Nach der Befruchtung theilt sich der so gebildete Dotter in zwei, vier und endlich acht Ballen; an der einen Seite eines jeden von diesen häuft sich die protoplasmatische Schicht an und löst sich als ein viel kleineres Blastomer davon ab. Durch wiederholte Theilung entstehen daraus noch kleinere Blastomeren, die, wenn sie die Zahl 32 erreicht haben, einen deutlichen Kern erhalten und eine Zellschicht bilden, welche allmählich die grossen Blastomeren umwächst und sie in einen geschlossenen Blastodermsack einhüllt. An dem Pole dieses Sackes, gegenüber derjenigen Stelle, wo diese Blastodermzellen zuerst aufgetreten waren, findet ein Einwachsen oder eine Einstülpung des Blastoderms statt, welche sich mitten durch die grossen Dottermassen zum entgegengesetzten Pole hinzieht und den Darmcanal erzeugt. Dieser hat zuerst ein abgerundetes, blindes Ende; später aber gehen von ihm Verlängerungen aus, welche zu den Canälen des Enterocoels werden.

Am entgegengesetzten Pole, im Mittelpunkt derjenigen Stelle, wo zuerst die Blastodermzellen aufgetreten waren, entwickelt sich durch Metamorphose einiger derselben Zellen das Nervenganglion.

Der eingestülpte Theil des Blastoderms, der den Darmcanal erzeugt, scheint dem Hypoblast zu entsprechen, der übrige dem Epiblast. Die in der geschilderten Weise zwischen Epiblast und Hypoblast eingeschlossenen grossen Blastomeren scheinen dem Zwecke eines Nahrungsdotters zu dienen; der Raum, den sie ursprünglich einnahmen, wird schliesslich von einem gallertigen Bindegewebe ausgefüllt, das möglicher Weise von aus dem Epiblast eingewanderten Zellen herstammt.

---

1 Kowalevsky, »Zur Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen«. — Mém. de l'Acad. de Pétersbourg. 1866.

A. Agassiz. »On the development of the Ctenophora«. — Memoirs of the American Academy of Science and Arts. 1874.

Bei denjenigen *Ctenophoren*, deren Körper im ausgebildeten Zustande sehr von der Kugelform abweicht, durchlaufen die Jungen, nachdem sie das Ei verlassen haben, und ehe sie alle wesentlichen Eigenschaften der Gruppe, zu der sie gehören, erlangen, eine Art Metamorphose.

Fossile *Ctenophoren* sind, wie bei ihrer äussersten Zartheit und Vergänglichkeit nicht anders zu erwarten war, nicht bekannt.

Capitel IV.

Die Turbellarien, die Rotiferen, die Trematoden und die Cestoden.

Die Turbellarien.

Die Thiere, welche diese Gruppe bilden, leben in süssem und salzigem Wasser und an feuchten Orten auf dem Lande. Die kleinsten sind nicht grösser als manche Infusorien, denen sie auch äusserlich sehr ähnlich sehen, während die grössten eine Länge von vielen Fussen erreichen können. Einige sind breit, abgeplattet und scheibenförmig, andere dagegen äusserst langgestreckt und verhältnissmässig schmal. Sie sind niemals in deutliche Segmente getheilt, abgesehen von der Gattung *Alaurina*, wo vier Segmente vorhanden sind. Das Ektoderm, das die äussere Oberfläche des Körpers bildet, ist überall mit Wimpern bedeckt. In der Substanz desselben liegen oft stäbchenförmige Körper, ähnlich denen, die man bei einigen Infusorien und bei vielen Anneliden findet, und bei einigen Gattungen (z. B. *Microstomum, Thysanozoon*) kommen echte Nesselzellen vor. Bei einigen Arten ragen steife Borsten aus dem Ektoderm hervor.

Die Mundöffnung liegt bald am Vorderende des Körpers, bald in der Mitte oder gegen das hintere Ende der ventralen Seite. Bei vielen ist die Mundöffnung von einer biegsamen muskulösen Lippe umgeben, welche manchmal die Gestalt eines vorstülpbaren Rüssels annimmt.

Bei den niedersten *Turbellarien* (z. B. *Convoluta*) kann von einer eigentlichen Verdauungshöhle kaum die Rede sein: hier sind die Endodermzellen nicht so angeordnet, dass sie eine centrale

Darmhöhle begrenzen, sondern die Nahrung durchsetzt die Lücken eines Endoderm-Parenchyms. Bei den höhern Formen ist die Darmhöhle, welche einfach oder verästelt, mit einer Afteröffnung oder ohne solche sein kann, von dem Endoderm ausgekleidet; zwischen diesem und dem Ektoderm befindet sich ein vom Binde- und Muskelgewebe des Mesoderms mehr oder minder vollständig ausgefüllter Raum. Eine eigentliche Leibeshöhle ist also nicht vorhanden.

Die *Turbellarien* besitzen zweierlei Gefässe. 1. »Wasser-Gefässe«, welche mit einem oder mehreren Poren nach aussen münden und bewimpert sind. Wo solche Gefässe vorhanden sind, finden sie sich gewöhnlich als zwei seitliche Hauptstämme, von denen Aeste abgehen. Die äussersten Enden dieser Aeste öffnen sich wahrscheinlich in lacunäre Lücken zwischen den Elementen der Gewebe des Mesoderms. 2. »Pseudhaemal-Gefässe«, welche ein geschlossenes System zu bilden scheinen, das gewöhnlich aus einem medianen dorsalen und zwei seitlichen Stämmen besteht, die vorn und hinten anastomosiren. Die Wandungen dieser Gefässe sind contractil und nicht bewimpert, und ihr klarer Inhalt kann farbig sein. Diese beiden Gefässsysteme existiren, wie Schultze nachgewiesen hat, bei *Tetrastemma* neben einander. Das Nervensystem besteht aus zwei am Vorderende des Körpers gelegenen Ganglien, von denen ausser einigen andern Aesten sich an jeder Seite des Körpers ein Längsstrang nach hinten zieht. Diese seitlichen Stämme besitzen in einigen Fällen Ganglienanschwellungen, von denen Nerven austreten. Sie können sich ferner auf der ventralen Körperseite einander nähern und so eine Tendenz zur Bildung der für die höhern Würmer charakteristischen doppelten Ganglienkette zeigen. Die meisten *Turbellarien* besitzen Augen und manche auch Gehörblasen. Die *Turbellarien* sind sowohl monöcisch wie diöcisch, und die Fortpflanzungsorgane variiren von äusserster Einfachheit des Baues bis zu beträchtlicher Complicirtheit. Bei den meisten geht der Embryo allmählich in die Form des fertigen Thieres über, bei einigen aber macht er eine merkwürdige Metamorphose durch.

Die *Turbellarien* lassen sich in zwei Gruppen theilen. Bei den Einen, den *Aprocta*, ist der Darmcanal blind geschlossen, ohne Afteröffnung; bei den Andern, den *Proctucha*, ist er mit einer Afteröffnung versehen. Die beiden Gruppen bilden parallele Reihen, in deren jeder die Organisation von Formen an, welche wenig mehr als mit Geschlechtsorganen ausgestattete Gastrulae sind, bis zu

relativ hoch organisirten Thieren fortschreitet. Bei den einfachsten *Aprocten*, wie *Macrostomum*,[1]) fehlt der Mundöffnung ein vorstülpbarer musculöser Rüssel, und der Darmcanal ist ein einfacher gerader Sack. Die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane finden sich in einem Individuum vereint und bestehen beiderseits aus einem Zellhaufen; in den weiblichen Organen füllen sie sich allmählich mit Dotterkörnchen und werden zu Eiern, während sie sich in den männlichen zu Spermatozoen umwandeln. Diese Fortpflanzungszellen liegen in einem Sack, welcher mit einem medianen Porus an der oralen Körperfläche nach aussen mündet; die männliche Oeffnung liegt hinter der weiblichen. Die Ränder der männlichen Oeffnung bilden eine gekrümmte Hervorragung, den Penis.



Fig. 32. — *Opisthomum* (nach SCHULTZE). — *a.* Centralnervensystem; in seiner Nähe sieht man Verästelungen der Wassergefässe; *b.* Mund; *c.* Rüssel; *d.* Hoden; *e.* vasa deferentia; *f.* Samenblase; *g.* Penis; *h.* Geschlechtsöffnung; *i.* Vagina; *k.* Samentasche; *l.* Keimstock; *m.* Dotterstock; *n.* Uterus; darin zwei Eier mit ihrer harten Schale.

Diejenigen Turbellarien, welche mit *Macrostomum* in dem Besitz eines geraden, einfachen Verdauungshohlraumes übereinstimmen, nennt man *Rhabdocoela*. Sie besitzen meistens einen »Mundrüssel«, der aus einer von den Wänden der Mundregion des Körpers gebildeten Tasche hervorgestülpt oder dahinein zurückgezogen werden kann (Fig. 32, *c*). Bei einigen Formen (z. B. *Prostomum*) ist das Vorderende des Körpers mit einem zweiten hohlen musculösen rüsselförmigen Organ versehen, das man den »Stirnrüssel« nennen kann.

Bei allen höhern rhabdocoelen *Turbellarien* wird der weibliche Geschlechtsapparat complicirt durch das Hinzutreten einer besondern Drüse, des »Dotterstocks« (*vitellarium*, Fig. 32, *m*), in welchem eine accessorische Dottersubstanz gebildet wird. Es findet sich ferner entweder ein einfacher oder ein doppelter »Keimstock« (*germarium*, Fig. 32, *l*) von fast dem gleichen Bau wie das Ovarium von *Macrostomum*; auch die Eier bilden sich in gleicher Weise darin. Wenn sie frei

---

1) E. VAN BENEDEN, »Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf«. 1870. p. 64.

werden, enthalten sie jedoch keine Dotterkörnchen, sondern die beiden, aus langen einfachen oder verästelten Schläuchen bestehenden Dotterstöcke münden erst in den Oviduct, und die von ihnen abgeschiedene Dottermasse umhüllt das Ei und verschmilzt mehr oder minder mit demselben, wenn es in die mit dem äussern oder vaginalen Ende zusammenhängende uterusartige Fortsetzung des Oviductes tritt. Gewöhnlich ist auch noch eine Samentasche oder ein Receptaculum für die männliche Samenflüssigkeit vorhanden (Fig. 32, *k*), und die Eier werden nach der Befruchtung von einer harten Schale umschlossen (Fig. 32, *n*). Die Hoden und deren Ausführungsgänge (vasa efferentia) haben in der Regel die Form zweier langen Schläuche (Fig. 32, *d*, *e*). Der Penis ist oft vorstülpbar und mit Stacheln besetzt (Fig. 32, *g*).

Bei einigen Gattungen beobachtet man einen Unterschied zwischen den Eiern, welche im Sommer gelegt werden und eine weiche Dotterhaut besitzen, und den später gelegten. Diese letzteren sog. »Wintereier« haben harte Schalen.

Das Wassergefässsystem besteht aus seitlichen Stämmen, welche mit einem terminalen Porus oder mit vielen Poren münden und zahlreiche Verästelungen abgeben. Sie sind nicht contractil, aber ihre Innenfläche ist bewimpert.

Viele *Rhabdocoelen* vermehren sich durch Quertheilung, und bei der Gattung *Catenula* schwimmen die gebildeten unvollständig getrennten Thiere in langen Ketten umher.

Der Dotter des befruchteten Eies macht eine totale Furchung durch, und der Embryo geht direct in die Form des Mutterthieres über; allein die einzelnen Stufen des Entwickelungsvorganges bedürfen noch weiterer Erforschung. Es scheint jedoch kaum zweifelhaft, dass Ektoderm und Endoderm durch Delamination sich bilden.

Bei den übrigen als *Dendrocoela* bezeichneten *Aprocten* sendet der Darm viele blinde, häufig verästelte Fortsätze, von denen immer einer median liegt und nach vorn gerichtet ist, ins Mesoderm (Fig. 33). Der Mund ist stets mit einem Rüssel versehen. Einige (*Procotyla*) haben einen Stirnrüssel, andere (*Bdellura*) einen hintern Saugnapf. Die unter dem Namen *Planarien* allgemein bekannten Thiere gehören zu dieser Abtheilung. Einige leben im Seewasser, andere im süssen Wasser, andere auf dem Lande.

Bei den Süsswasserformen hat der weibliche Geschlechtsapparat einen gesonderten Dotterstock, wie bei den höhern Rhabdocoelen,

und es ist nur eine gemeinsame Geschlechtsöffnung vorhanden. Bei den marinen Planarien (Fig. 33) dagegen fehlt der Dotterstock; die Ovarien und Hoden sind zahlreich und im Mesoderm zerstreut und hängen durch Verzweigungen der Oviducte und Vasa deferentia mit der äussern Oberfläche zusammen. In die Vagina mündet eine verästelte Drüse, welche eine zähe Eiweisshülle für die Eier absondert. Die weibliche Geschlechtsöffnung ist von der männlichen getrennt. *Planaria dioica* ist getrenntgeschlechtlich.

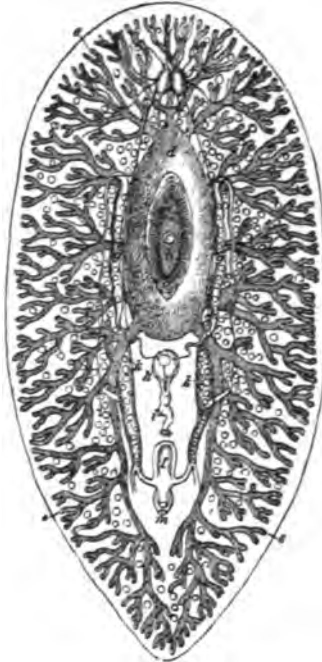


Fig. 33. — *Polycelis* (*Leptoplana*) *laevigata* (nach QUATREFAGES). — *a.* Mund; *b.* Mundhöhle; *c.* Mündung der Speiseröhre; *d.* Magen; *e.* Verästelungen der Magenblindsäcke; *f.* Ganglien; *g.* Hoden; *h.* Samenblasen; *i.* männlicher Genitalcanal und Penis; *k.* Eileiter; *l.* Samentaschenerweiterungan ihrer Vereinigungsstelle; *m.* Vulva.

Bei manchen *Planarien* ist ein deutlicher Wassergefässcanal der gewöhnlichen Art vorhanden; bei den Landplanarien[1]) dagegen nehmen zwei fast unverzweigte, von einem schwammigen Gewebe erfüllte Canäle, deren Zusammenhang mit der Körperoberfläche noch nicht hat beobachtet werden können, die Stelle der Wassergefässe ein.

Die Süsswasserplanarien machen, wie die Rhabdocoelen, im Laufe ihrer Entwicklung keine Metamorphose durch, und dasselbe gilt von einigen marinen *Dendrocoelen*. KEFERSTEIN[2]) hat die Entwicklung von *Leptoplana* (*Polycelis*) sorgfältig bearbeitet. Der Dotter theilt sich erst in zwei, dann in vier gleiche Blastomeren; von der einen Fläche dieser vier Blastomeren schnüren sich dann vier kleine Segmente ab. Diese theilen sich rasch und bilden ein Blastoderm, das die sich langsamer theilenden grossen Blastomeren umwächst und schliesslich ganz einschliesst.

1) MOSELEY, »On the anatomy and histology of the land Planarians of Ceylon«. — Philosophical Transactions, 1873.

2) KEFERSTEIN, »Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte einiger Seeplanarien«. 1868.

Soweit hat der Vorgang grosse Aehnlichkeit mit dem von den *Ctenophoren* beschriebenen. Allein obwohl KEFERSTEIN die verschiedenen Stadien, welche der kuglige bewimperte Embryo durchläuft, bis er die Gestalt des Mutterthieres erreicht, beschreibt und abbildet, so kann man doch weder aus seiner Beschreibung noch aus seinen Abbildungen ersehen, ob die Darmhöhle durch Delamination oder durch Einstülpung entsteht; ebensowenig, wie sich der Mundrüssel bildet, obwohl dies Organ eines der ersten ist, das entsteht, und seine Oeffnung zum spätern Munde wird.

Bei einigen Seeplanarien weicht jedoch der Embryo, wenn er das Ei verlässt, sehr von der ausgebildeten Form ab. JOH. MÜLLER beschreibt eine solche Larve, bei welcher der Körper mit acht Lappen oder Fortsätzen ausgestattet ist, einem ventralen medianen vor dem Munde, je drei lateralen und einem medianen dorsalen. Die Ränder dieser Fortsätze sind von einem zusammenhängenden Wimperbande umsäumt, das von einem Fortsatze zum andern zieht, so dass es einen vollkommnen Kranz um den Körper bildet. Durch die successive Thätigkeit der diesen gelappten queren Gürtel des Körpers bildenden Wimpern entsteht der Eindruck eines rotirenden Rades wie bei den *Rotiferen*. Die Augen liegen an der aboralen Fläche des Embryos, vor dem Wimperkranz, während die Mundöffnung unmittelbar hinter demselben sich befindet. Bei fortschreitender Entwicklung verschwinden die Lappen und der Körper nimmt den gewöhnlichen Planariencharakter an.

Wie wir sehen werden, haben auch einige *Proctuchen* in ähnlicher Weise mit einem präoralen Wimpergürtel versehene Larven, und Larven von fundamental gleichem Typus finden sich häufig bei den polychäten *Anneliden*, den *Echinodermen* und den *Mollusken*.

Die niedersten *Proctuchen*, wie *Microstomum*, haben keinen Stirnrüssel (daher *Arhynchia*) und unterscheiden sich nur sehr wenig von den niedersten *Rhabdocoelen*, abgesehen davon, dass sie einen After haben und getrenntgeschlechtlich sind. Alle andern *Proctuchen* dagegen (*Rhynchocoela* oder *Nemertinen*) sind mit einem Stirnrüssel versehen, der manchmal den grössten Theil der Länge des Körpers einnimmt (Fig. 34). Er hat besondere Rückziehmuskeln und seine Innenfläche ist entweder einfach mit Papillen besetzt oder trägt eine eigenthümliche Bewaffnung, bestehend aus einem spitzigen Chitingriffel (Fig. 34, *B*). Ein Mundrüssel ist nicht vor-

handen. sondern der Mund führt in einen langen geraden Darm mit kurzen blinden Aussackungen.[1])

Die *Proctuchen* besitzen gewöhnlich nur die Pseudhaemalgefässe; doch hat, wie bereits erwähnt, SCHULTZE bei *Tetrastemma* daneben Wassergefässe gefunden (Fig. 34).

Das Nervensystem der *Proctuchen* gleicht dem der *Aprocten;* aber entsprechend der oftmals grossen Länge des Körpers sind die nach hinten sich verlängernden Seitenstränge sehr stark. Die Ganglien sind ferner über dem Rüssel durch eine weitere Commissur verbunden, so dass der Rüssel durch einen Nervenring hindurchtritt. Bei einigen Formen nähern sich die Seitenstränge einander an der ventralen Körperseite, und an den Stellen, wo die Nerven abtreten, erscheinen Ganglienanschwellungen, wodurch eine Annäherung an die doppelte Ganglienkette der höhern Formen entsteht.



Fig. 34. — Junges *Tetrastemma.* — *a a.* centrale Ganglien des Nervensystems; *b b.* Wimpergruben; *c.* Oeffnung. aus welcher der Rüssel hervorgestülpt wird: *d.* vorderer Theil des Rüssels; *e.* hinterer musculöser. bei *f.* an der Körperwand befestigter Theil: *g.* Darm: *h.* Afteröffnung; *i.* Wassergefässe; *k.* rhythmisch contractile Gefässe (nach SCHULTZE). — *B.* Vorderes Ende des ausgestülpten Rüssels von *Tetrastemma* mit den Haupt- und den Reservestacheln (nach SCHULTZE).

Ausser Augen besitzen fast alle Proctuchen zwei Wimpergruben, an jeder Seite des Kopfes eine (Fig. 34, *bb*), welche Nerven von den Ganglien erhalten. Gelegentlich liegen den Gehirnganglien zwei Otolithenbläschen auf.

Die *Proctuchen* sind fast immer diöcisch. Die einfachen Fortpflanzungsdrüsen liegen in den Zwischenräumen zwischen den Darmaussackungen, und Eier und Spermatozoen werden gewöhnlich durch Zerplatzen des Integumentes frei. Bei einigen entwickeln sich jedoch die Embryonen in den Ovarialsäcken oder in der Leibeshöhle. Bei den meisten *Proctuchen* erhält der Embryo, nachdem er das Morulastadium durchlaufen, eine Darmhöhle, wie es scheint durch Delamination, und geht

1. Ueber die Organisation der rhynchocoelen Turbellarien oder Nemertinen siehe die eingehende Monographie von C. MC'INTOSH, welche vor einigen Jahren von der Ray Society veröffentlicht worden ist.

ohne weitere Metamorphose als Abstreifung einer äussern Wimperhülle in die fertige Form über.

Prof. A. AGASSIZ [1]) hat eine freischwimmende Larvenform be-

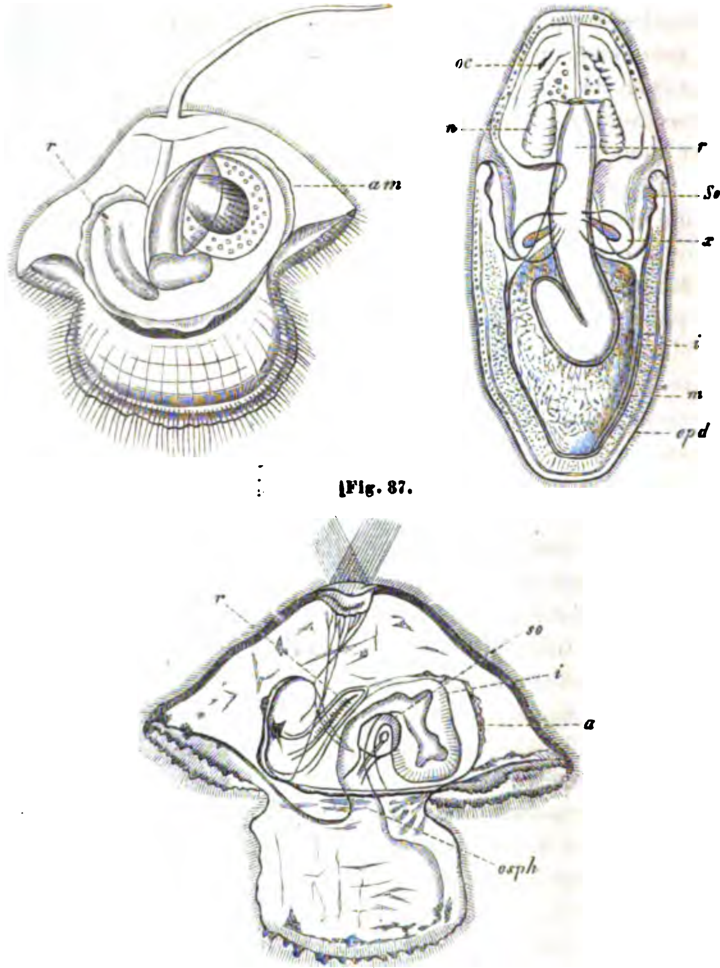


Fig. 85—87. *Pilidium gyrans.*
Fig. 85. Junges *Pilidium.* *r.* Rüsselanlage; *am.* Amnion (nach METSCHNIKOFF.)
Fig. 86. *Pilidium* mit weiter fortgeschrittener Nemertine. *r.* Rüssel; *i.* Darm; *osph.* Oesophagus; *a.* Amnion; *so.* seitliche Wimpergruben.
Fig. 87. Eben frei gewordene Nemertine. *m.* Musculatur; *epd.* Epidermis; *n.* Ganglien: *oc.* Augen; *x.* Blindsäcke des Magens; *r, i, So* wie in Fig. 36. (Fig. 36 und 37 nach BÜTSCHLI.)

1) A. AGASSIZ. »On the young stages of a few Annelids.« — Annals of the Lyceum of New-York, 1864.

schrieben, deren breites vorderes Körperende von einem Wimperkranz umsäumt ist, unmittelbar hinter dem die Mundöffnung liegt, während um die am schmalen Hinterende gelegene Afteröffnung ein zweiter Wimperring steht. Diese Larve gleicht durchaus den unter dem Namen *Telotrocha* bekannten Larven von polychäten Anneliden. Wie bei diesen Anneliden streckt sich die zwischen den beiden Wimperkreisen gelegene Körperregion in die Länge und segmentirt sich, während sich am Kopf vor der präoralen Wimperschnur ein Paar Augen und zwei kurze Tentakeln entwickeln. Bei fortschreitender Entwicklung tritt die Segmentirung jedoch zurück, die Wimperschnüre und die Fühler verschwinden und der Wurm nimmt die Charaktere einer Nemertine an.[1])

Bei der Gattung *Lineus* verwandelt sich der aus dem Ei ausschlüpfende wimpernde Embryo rasch in einen Körper wie ein Helm mit zwei Ohrlappen und einem Wimperbüschel statt eines Federbusches (Fig. 35). Die Lappen sind mit langen Wimpern umsäumt, und zwischen ihnen, wo der Helm den Kopf berühren würde, liegt die Oeffnung eines Mundes, der in eine blindsackartige Darmhöhle führt. Diese Larve wurde von Müller, der sie entdeckte, *Pilidium gyrans* benannt. An jeder Seite der ventralen Fläche des *Pilidiums* finden zwei Einstülpungen des Integumentes statt. Dann treten mit diesen in Zusammenhang stehende Zellwucherungen auf, welche wahrscheinlich einen Theil des Mesoblasts bilden, und umwachsen schliesslich den Darm des *Pilidiums*, so dass ein länglicher wurmförmiger Körper entsteht, an dem bald die charakteristischen Eigenschaften einer Nemertine erkennbar werden (Fig. 36). Der so entwickelte Wurm wird frei (Fig. 37) und sinkt zu Boden; mit sich trägt er den Darmcanal des *Pilidiums*, während das wimpernde Integument zu Grunde geht.

In diesem merkwürdigen Entwicklungsvorgange kann man die Bildung des Nemertinenkörpers einerseits mit derjenigen des segmentirten Mesoblasts bei *Anneliden* und *Arthropoden*, andrerseits mit derjenigen eines Echinoderms (besonders *Echinus*) in seiner Larve vergleichen.

---

1) Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass diese Larve zu der Gattung *Polygordius* gehört, die ein Bindeglied zwischen den Turbellarien und andern Gruppen zu sein scheint. Siehe Schneider, »Ueber Bau und Entwicklung von Polygordius. — Archiv für Anat, u. Physiol. 1868.

Die Rotiferen.

Die »Räderthierchen«, wie sie von den ältern Beobachtern wegen der wie bei vielen Annelidenlarven durch die Bewegung der am oralen Körperende angebrachten schwingenden Wimpern hervorgebrachten Rotationserscheinung genannt wurden, stellte man früher zu den Infusorien. Sie sind jedoch echte Metazoen, da ihr Dotter eine Theilung in Blastomeren erfährt und die Gewebe des Körpers durch Metamorphose der aus den Blastomeren hervorgegangenen Zellen entstehen. Sie leben entweder frei oder heften sich an, sind aber niemals eigentlich festsitzende Thiere und vermehren sich nicht durch Knospung oder Theilung. Das orale Körperende ist gewöhnlich breiter als das entgegengesetzte und hat die Form einer manchmal in tentakelartige Fortsätze ausgezogenen Scheibe (Fig. 39). Die Ränder dieser »Räderscheibe« sind mit langen Wimpern besetzt; dagegen ist die allgemeine Körperoberfläche nicht, wie bei den *Turbellarien*, bewimpert, sondern von einer dichten, in der Regel chitinigen Cuticularschicht gebildet, welche manchmal zu einer Art Schale umgebildet und mannichfach ornamentirt erscheint. Durch quere Einschnürungen, welche am vordern Körpertheil nur schwach sind, aber nach hinten hin stärker ausgebildet sein können, entsteht eine unvollkommne Segmentirung. Die Segmentzahl überschreitet nicht sechs, und die Abtheilungen sind bei den röhrenbewohnenden *Rotiferen* minder ausgeprägt als bei den freilebenden. Der Mund ist eine in der Mitte oder an einer Seite der Räderscheibe gelegene trichterförmige Höhle. Die Wand dieser Höhle ist reich bewimpert, und an ihrem Boden befindet sich ein mit einer eigenthümlichen Bewaffnung ausgerüsteter musculöser Schlund oder Kaumagen. Manchmal, so bei *Stephanoceros*, liegt zwischen Mund und Kaumagen eine geräumige kropfartige Höhle, und die Verbindungsöffnung zwischen diesem Kropf und dem Munde ist durch eine Klappe verschliessbar, welche von zwei breiten häutigen, in die Kropfhöhle hineinragenden Falten gebildet wird. Die Bewaffnung des Kaumagens besteht gewöhnlich aus vier Stücken — zwei seitlichen, den *mallei*, und zwei medianen, die den *incus* darstellen. Durch die Contraction der Muskelmassen, denen die Mallei aufsitzen, werden die freien Enden dieser letzteren vor- und rückwärts gegen

den Incus bewegt und zermalmen so die in den Mund aufgenommene Beute.[1]

Eine kurze, mit Wimpern oder schwingenden Membranen versehene Speiseröhre führt in eine vom Endoderm ausgekleidete Verdauungshöhle. Der vordere oder Magentheil dieser Höhle ist gewöhnlich erweitert und giebt jederseits einen geräumigen Blindsack ab. Der hintere engere Darmabschnitt öffnet sich in der Regel durch eine Kloake nach aussen; doch bei einigen Rotiferen, z. B. *Notommata*, ist der Darm ein blind geschlossener Sack ohne Enddarm und After. Bei den Männchen, so weit sie bekannt sind, ist der ganze Darmcanal verkümmert und durch einen soliden Strang vertreten.

Eine geräumige Leibeshöhle nimmt den Zwischenraum zwischen dem Darm und der Körperwand ein. Die letztere enthält Ring- und Längsmuskelfasern, welche glatt oder quergestreift sein können.

In die Kloake mündet gewöhnlich eine weite dünnwandige Blase mit rhythmisch contractilen Wandungen; mit ihr hängen zwei zarte Wassergefässe zusammen, welche nach vorne ziehen, oft kurze Seitenzweige abgeben und sich schliesslich in der Räderscheibe in zahlreiche Aeste auflösen. Die Aeste sind an den Enden offen, so dass die Hohlräume der Wassergefässe einerseits mit der Leibeshöhle, andrerseits mit dem umgebenden Wasser in Verbindung stehen. Hier und dort sind in den Hauptstämmen und an den Enden der Aeste lange Wimpern angebracht, welche durch ihr beständiges Wogen eine flackernde Bewegung erzeugen.

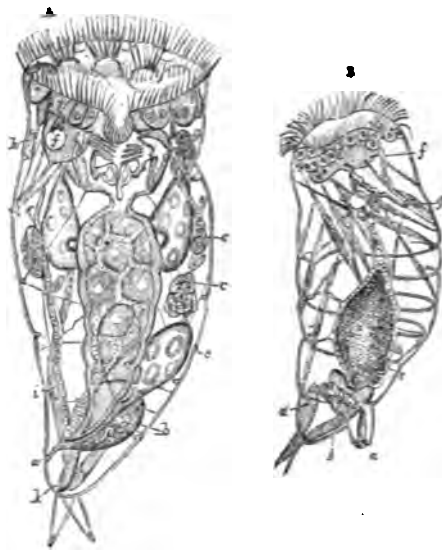


Fig. 88. — *Hydatina senta* (nach COHN). — *A.* Weibchen: *a.* After; *b.* contractile Blase; *c.* Wassergefässe; *e.* Ovarium; *f.* Ganglion. — *B.* Männchen: *a.* Penis; *b.* contractile Blase; *c.* Hode; *f.* Ganglion; *g.* Borstengrube.

[1] Ueber die verschiedenen Formen dieses Apparates siehe GOSSE, »On the structure, functions and homologues of the manducating apparatus in the Rotifera.« — Philos. Transactions, 1855.

Das Nervensystem besteht aus einem verhältnissmässig grossen, an einer Seite des Körpers nahe der Räderscheibe liegenden unpaaren Ganglion. Auf demselben sitzen manchmal ein oder mehrere Augenflecken; auch noch andere Sinnesorgane scheinen vorhanden zu sein. Dahin gehört die Wimpergrube und der oder die spornartigen Fortsätze (*calcar*) mit einem Borstenbüschel, welche bei vielen Rotiferen vorkommen und in mehr oder minder inniger Beziehung zum Ganglion stehen. Bei einigen Arten sitzt am Ganglion ein mit Kalktheilchen gefüllter Sack (Otocyste?).

Ovarium und Hoden sind unpaare Drüsen, welche in die Kloake münden und immer je einem besondern Individuum eigen sind. Alle bis jetzt bekannten Männchen weichen insofern von den Weibchen ab, als sie viel kleiner sind und ihr Darmcanal in der Entwicklung zurückgeblieben ist. Die Männchen copuliren mit den Weibchen und die Eier werden oft letzteren angeheftet und von ihnen umhergetragen, z. B. bei *Brachionus*.

Bei einigen *Rotiferen* sind, wie bei gewissen *Turbellarien*, Sommer- und Wintereier zu unterscheiden. Die letzteren sind von einer eigenthümlichen Schale umschlossen. Bei *Lacinularia* schienen mir die Wintereier losgelöste Theile des Ovariums zu sein und sich ohne Befruchtung zu entwickeln. Cohn hat es dagegen wahrscheinlich gemacht, dass die Sommereier sich gelegentlich, wenn nicht immer, ohne Befruchtung entwickeln, während die Wintereier befruchtet werden.

Das Ei macht eine totale Furchung durch, und der Embryo geht allmählich in die ausgebildete Form über. Die Blastomeren werden bald von ungleicher Grösse, und die kleineren umhüllen als Epiblast die das Hypoblast bildenden grössern.

Nach Salenskys [1]) neueren Beobachtungen an *Brachionus urceolaris* entsteht an einer Seite des Epiblasts eine Einsenkung, deren vordere seitliche Theile sich in die Räderscheibe verwandeln, während der mittlere in den »Fuss« auswächst. Salensky weist auf die Aehnlichkeit des Embryos in seinen frühesten Stadien mit gewissen Gastropodenembryonen hin.

Aus einer Einstülpung des Epiblasts am Grunde der Einsenkung entsteht nicht nur die Mundhöhle, sondern auch der Kaumagen, der schliesslich mit der aus dem Hypoblast entstehenden

1) Zeitschrift f. wiss. Zoologie. 1872.

Gastrointestinal-Abtheilung des Darms in Verbindung tritt. Das Ganglion ist ein Product des Epiblasts.

Von hervorragendem Interesse sind einige Modificationen des eben geschilderten allgemeinen Baues, welche in den verschiedenen Gruppen der *Rotiferen* vorkommen.

So ist bei den in Röhren lebenden Formen der Körper langgestreckt und am Hinterende mit einer Saugscheibe versehen. Die mit dieser Scheibe angehefteten Thiere (von denen oft eine Anzahl zusammenlebt) umschliessen sich mit Gehäusen, deren Grundlage aus einem gallertigen Secret besteht. Der Darm ist geknickt (*Lacinularia*, Fig. 39, II) und mündet an der dem Ganglion gegenüberliegenden Körperfläche. Der Stiel, mit dem das Thier sich anheftet, ist mithin ein Fortsatz der neuralen Seite des Körpers. Bei diesen *Rotiferen* ist die Räderscheibe manchmal in lange bewimperte Tentakeln ausgezogen, welche den Mund symmetrisch umstehen (*Stephanoceros*, Fig. 39, V); oder ihre Ränder können mit zwei Wimperkränzen ausgestattet sein, einem vor und einem hinter der Mundöffnung; oder sie kann zweilappig oder hufeisenförmig sein, so bei *Melicerta* und *Lacinularia*[1] (Fig. 39, I. II).

Bei den freilebenden Rotiferen kann der Körper rundlich, sackförmig und ohne Anhänge sein, so bei der Gattung *Asplanchna*,

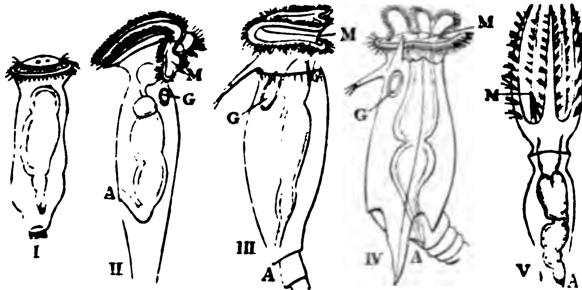


Fig. 39. — Diagramme zur Darstellung der Anordnung der Räderscheibe bei den Rotiferen. I. *Lacinularia*-Larve; II. Ausgebildete *Lacinularia*; III. *Philotina*; IV. *Brachionus*; V. *Stephanoceros*; *M*. Mund; *G*. Ganglion; *A*. After.

welche weder After noch Enddarm besitzt. Bei *Albertia* und *Lindia* dagegen ist der Körper langgestreckt und wurmförmig. Die meisten freilebenden Rotiferen (Fig. 38) sind mit einem segmentirten, manchmal fernrohrartig gegliederten »Fuss« ausgestattet, der ge-

---

1) Huxley, »*Lacinularia* (*socialis*.« — Transactions of the Microscopical Society, 1851.

wöhnlich mit zwei wie eine Zange gegeneinander beweglichen Griffeln endigt, welche dazu dienen, den Körper vor Anker zu legen. Dieser Fuss ist ein medianer Fortsatz der dem Ganglion gegenüberliegenden Körperseite, so dass er also dem Stiel der röhrenbewohnenden Formen nicht homolog ist.

Polyarthra und *Triarthra* besitzen lange symmetrisch angeordnete und beweglich eingelenkte Borsten, und *Pedalion* hat mediane, sowohl von der Neuralseite wie von der entgegengesetzten ausgehende sowie auch laterale Anhänge.

Bei den meisten freilebenden Rotiferen ist die Räderscheibe gross; sie kann zweilappig oder zusammengefaltet sein (Fig. 39, III) oder bewimperte Fortsätze tragen (Fig. 39, IV). Bei *Albertia* und *Notommata tardigrada* hingegen ist die Räderscheibe zu einer kleinen bewimperten Lippe um den Mund reducirt, und bei *Apsilus*, *Lindia*, *Taphrocampa* und *Balatro* ist gar keine Räderscheibe vorhanden.

Einige wenige Rotiferen leben parasitisch; so lebt *Albertia* als Endoparasit, *Balatro* als Ektoparasit an oligochäten Anneliden.

Unter dem Namen *Gastrotricha* fassen Metschnikoff und Claparède [1]) die merkwürdigen, im Wasser lebenden Gattungen *Chaetonotus*, *Ichthydium*, *Chaetura*, *Cephalidium*, *Dasyditis*, *Turbanella* und *Hemidasys* zusammen; nur letztere ist eine marine Form. Man hat die Thiere mit den Rotiferen zusammengestellt: allein sie unterscheiden sich von diesen durch den Mangel eines Kaumagens und durch die Anordnung der Wimpern, welche bei ihnen auf die ventrale Körperfläche beschränkt sind. Sie bilden wahrscheinlich eine Verbindungsgruppe zwischen den *Rotiferen* und den *Turbellarien*, welche letztern sich den Rotiferen in Formen wie *Dinophilus* nähern.

Die freilebenden Rotiferen besitzen eine entschiedene Aehnlichkeit mit den telotrochen Annelidenlarven. Die junge *Lacinularia* z. B. hat eine präorale mit zwei Augenflecken versehene Scheibe und einen zweiten Wimperkranz hinter dem Munde und gleicht ganz auffallend einer Annelidenlarve (Fig. 39, I). Die Anhänge von *Triarthra* und *Polyarthra* lassen sich den seitlichen Bündeln langer Borsten bei den Larven von *Spio* und *Nerine* vergleichen, und die Schlundbewaffnung ist wesentlich ein Annelidencharakter. Andrerseits nimmt bei den festsitzenden tubicolen Rotiferen die Räder-

---

1) Claparède und Metschnikoff, »Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte der Chaetopoden«, 1868.

scheibe die Charaktere des Lophophors bei den *Polyzoen* (*Bryozoen*) und des Tentakelkranzes der Gephyree *Phoronis* an. Vor vielen Jahren ferner habe ich auf die Aehnlichkeit zwischen den Rotiferen und den Echinodermenlarven aufmerksam gemacht.[1] Von derartig nahen und directen Beziehungen zu den *Crustaceen* sehe ich nirgends eine Andeutung; doch weist *Pedalion*[2] mit seinen gegliederten Borstenanhängen und seiner merkwürdigen Aehnlichkeit mit gewissen Naupliuszuständen niederer Crustaceen darauf hin, dass sich in dieser Richtung Verbindungsglieder werden finden lassen.[3] In der That weisen natürlich die Rotiferen als niedere *Metazoen* mit beginnender Segmentirung Aehnlichkeiten mit allen denjenigen Gruppen auf, welche in ihren einfachern Formen zu den niedern Metazoen hin convergiren.

Die Trematoden.

Die *Trematoden* schmarotzen sämmtlich entweder an der äussern Fläche (als Ektoparasiten) oder in den inneren Organen (als Endoparasiten) anderer Thiere. Viele sind mikroskopisch klein, und keine erreichen eine Grösse von mehr als ein oder zwei Zoll. Die meisten haben eine breite, platte Gestalt mit einer ventralen und einer dorsalen Seite, und nie ist der Körper segmentirt.

Beim ausgebildeten Thier ist das Ektoderm nicht bewimpert, sondern die äusserste Schicht desselben besteht aus einer chitinigen Cuticula. Bei den meisten Trematoden sind an der ventralen Körperfläche hinter dem Munde ein oder mehrere Saugnäpfe entwickelt. Manchmal sind dieselben noch mit Chitinstacheln oder -Haken bewaffnet; und an andern Stellen des Körpers, besonders in der Kopfgegend, können sich Borsten von gleicher Beschaffenheit entwickeln.

Der Mund ist gewöhnlich endständig, bisweilen jedoch auch ventral und subcentral; in der Regel liegt er in der Mitte eines

1 Huxley. »On Lacinularia socialis«, a. a. O.

2 Hudson, »On a new Rotifer«. — Monthly Microscopical Journal, 1871.

3 Die eigenthümliche marine Gattung *Echinoderes* (Dujardin) ist vielleicht solch ein Glied. Sie besteht aus winzigen wurmförmigen Thieren mit einem rundlichen Kopf, auf den eine Anzahl (10 oder 11) deutliche Segmente folgen, deren letztes gegabelt ist. Gliedmassen sind nicht vorhanden, hingegen ist der Kopf mit krummen Haken und die Körpersegmente mit paarigen Borsten versehen. Das Nervensystem besteht aus einem unpaaren Ganglion, das im Kopf liegt und Augenflecken trägt. Die Entwicklung von *Echinoderes* ist unbekannt. (Siehe Greeff, Archiv für Naturgeschichte, 1869.

Bau des complicirten Zwitterapparates ist in mancher Hinsicht so eigenthümlich, dass er einer eingehenden Schilderung bedarf. Er besteht aus 1) dem Ovarium oder Keimstock; 2) dem Vitellarium oder dem Dotterstock; 3) dem Oviduct oder Eileiter; 4) dem Uterus oder Fruchthälter und der Vagina oder Scheide; 5) dem gemeinsamen Vorhof; 6) dem Hoden; 7) den vasa deferentia oder Samenleitern, und zwar inneren und äusseren; 8) dem Penis und seinem Beutel. Der Keimstock (*d*) ist die vordere von zwei rundlichen, im Saugnapfe liegenden Massen. Auf den ersten Blick scheint er oval zu sein, ist aber thatsächlich birnförmig: das breitere Ende liegt vorn, während das hintere schmalere Ende unter das Vorderende geschlagen erscheint. Bevor es jedoch das vordere Ende der Masse erreicht, biegt es abermals scharf nach hinten um und zieht zum Oviduct (Fig. 40, *i*). Der Keimstock ist von einer dünnen, aber starken Hülle umgeben und enthält eine Masse durchsichtigen Protoplasmas. Am Vorderende des Keimstocks sind in dieser Masse feine Körnchen zerstreut, die gelegentlich von einem blassen, hellen Hofe umgeben sind (Fig. 43, *A* 1). Dies sind die Anlagen der Keimflecken und Keimbläschen der zukünftigen Eier, deren Entwicklungsgang man leicht verfolgen kann, wenn man vom vordern zum hintern Ende des Keimstocks fortschreitet. Die Keimflecken werden grösser und erhalten allmählich das Aussehen bläschenartiger Kerne, während der helle Hof um dieselben gleichfalls grösser wird und mehr und mehr das Aussehen eines Hohlraums annimmt. Solange dieser Hohlraum noch klein ist, hat er keine deutliche Wandung; wenn er wächst, werden jedoch die Umrisse derselben deutlich sichtbar (Fig. 43, *A* 2, 3, 4). Betrachtet man den Keimstock nahe am Anfang des Eileiters, so gewahrt man eine Theilung der homogenen protoplasmatischen Grundlage oder Matrix des Keimstocks in Felder, welche die einzelnen Keimbläschen umgeben. Wendet man dann einen gelinden Druck an, so zerfällt die Matrix in einzelne, diesen Feldern an Grösse entsprechende Massen, die sehr geschmeidig sind, aber sich



Fig. 42. — *Aspidogaster conchicola*. — Fortpflanzungsorgane bei stärkerer Vergrösserung. Buchstaben wie in Fig. 40. Hinter den Dottergängen sieht man den Anfang des äussern vas deferens.

selbst überlassen eine rundliche oder ovale Gestalt annehmen und ganz das Aussehen von fertigen Eiern besitzen, nur besitzen sie keine Dottermembran, und der Dotter ist, statt körnig zu sein, klar und verhältnissmässig klein. Diese »Ureier« wie man sie nennen kann, lösen sich ab und treten in den Eileiter. Hier werden sie befruchtet und nehmen, während sie von einer grossen Masse accessorischen Dotters und einer Schale umgeben werden, allmählich das Aussehen vollkommner Eier an.

Der accessorische Dotter ist das Erzeugniss des Dotterstockes, einer grossen paarigen Drüse, die aus einer Anzahl ovaler, birnförmiger oder unregelmässig gestalteter Körnchenmassen besteht und jederseits an der Stelle, wo sich der Saugnapf an den Körper ansetzt, liegt. Diese Massen scheinen ganz unabhängig von einander zu sein; auch lassen sie auf den ersten Blick keinerlei Zusammenhang mit den Geschlechtsorganen erkennen; wenn man jedoch den Eileiter eben nach seinem Austritt aus dem Keimstock betrachtet, so sieht man, dass er einen kurzen Gang aufnimmt (Fig. 42, *f*), der mit stark lichtbrechenden Körnchen von derselben Beschaffenheit, wie sie im Dotterstock liegen, erfüllt ist. Dieser Gang erweitert sich nach hinten zu und theilt sich dort in zwei mit derselben Masse erfüllte Gänge, welche nach dem Dotterstock hinziehen, aber nur so weit verfolgt werden können, wie sie Körnchen enthalten (Fig. 42). Bei gelindem Druck kann man jedoch die Körnchen durch einen vordern und einen hintern Gang jederseits aus dem Dotterstock in diese Gänge übertreten sehen.

Der Eileiter (Fig. 42, *i*) ist innen reich bewimpert; anfangs liegt er der Unterfläche des Keimstocks an. Wenn er frei wird, nimmt er einen Canal (*e*) auf, der sich zum Hoden hin verfolgen lässt und dem von v. SIEBOLD beschriebenen inneren vas deferens anderer Trematoden entsprechen dürfte.[1]) Dieser Canal besitzt

1) Der Zusammenhang dieses Ganges mit dem Hoden bei den Trematoden ist neuerdings von STIEDA (MÜLLERS Archiv, 1871) geleugnet worden. Ich habe an seiner Existenz bei *Aspidogaster* nicht gezweifelt, habe jedoch seit der Veröffentlichung von STIEDAS Aufsatz keine Gelegenheit gehabt, das Thier wieder zu untersuchen. [E. ZELLER hat, nachdem er auf Grund von Untersuchungen an Distomiden die Existenz dieses Ganges bezweifelt hatte (»Untersuchungen uber die Entwicklung und den Bau des *Polystomum integerrimum*«. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXII. S. 21. Anm.), neuerdings bei *Polystomum* eine derartige innere Verbindung zwischen den männlichen und weiblichen Organen nachgewiesen (»Weiterer Beitrag zur Kenntniss der Polystomen«. — Ebenda, Bd. XX

jedoch keine Erweiterung oder innere Samenblase. Der Eileiter nimmt sodann den Ausführungsgang des Dotterstockes auf, windet sich darauf stark (*k*) und geht unter rascher Erweiterung in den Uterus (*l*) über, einen weiten Schlauch, welcher mit vielfachen Schlingen (Fig. 40, *l*) nach vorn zieht, um an der linken Seite des vordern Körpertheils, nahe bei den männlichen Organen, zu endigen. Hinten sind die Wände des Uterus dünn, in seinem vordern oder vaginalen Abschnitt dagegen werden sie dick und musculös. Der Vorhof, in den die Vagina mündet, ist sehr klein.

Der Hode (*m*) ist ein ovaler Körper von derselben Grösse wie der Keimstock und liegt eben hinter diesem. Zarte Wassergefässe verzweigen sich auf ihm wie auf dem Keimstock. Er enthält eine körnige, zellige Masse, aber keine Spermatozoen. Das äussere vas deferens (Fig. 40 und 42) ist ein feiner Gang, der nach vorn verläuft und mit dem Keimstock in Berührung tritt, ohne jedoch, soweit ich sehen konnte, mit demselben oder mit dem Eileiter zu communiciren. Alsdann wendet es sich nach hinten und oben und tritt zwischen den vordern Dotterstockmassen hindurch in den Vordertheil des Körpers. Hier wird es plötzlich doppelt so weit wie zuvor und verläuft als ein gewundener dicker Schlauch nach vorn zum Penis (Fig. 40, *p*), einem kurzen kegelförmigen Körper, der am Grunde eines weiten birnförmigen, gemeinsam mit dem Uterus nach aussen mündenden Beutel angebracht ist. Die Spermatozoen sind fadenförmig.

Die Entwicklung der Eier bietet viele interessante Eigenthümlichkeiten dar (Fig. 43). Oberhalb der Vereinigung des Dotterganges mit dem Eileiter war der Inhalt des letztern blass und klar und enthielt keine geformten Theile ausser den oben aus dem Keimstock losgelösten Ureiern (Fig. 43, C). Unterhalb der Einmündung des Dotterganges war jedoch der Eileiter voll von Körnchen derselben Art wie im Dotterstock, untermischt mit Eiern auf einem weiter fortgeschrittenen Stadium. Bei den kleinsten von diesen (Fig. 43, D) hatte die Eischale angefangen sich zu bilden, war aber an einem Ende noch unvollständig. Am entgegengesetzten Ende umschloss

S. 245. Taf. XVIII. Fig. 16, 17, 18). Dagegen hat O. Bütschli (»Beobachtungen über einige Parasiten«. — Archiv f. Naturgesch. 1872. S. 234. Taf. VIII. Fig. 8) die Angaben von Stieda und Blumenberg (»Ueber den Bau des *Amphistoma conicum*. Inaug.-Dissertation. Dorpat, 1871) für *Distoma endolobum* bestätigt und wie Jene den »Laurer'schen Canal« als Vagina gedeutet. D. Uebers.

sie eine Masse regellos angehäufter Dotterkörnchen, welche fast eine Hälfte einer runden blassen Masse, nicht grösser als eines der Ureier, bedeckte; in derselben waren jedoch drei Kerne (zwei davon ganz nahe bei einander, so dass es aussah, als hätten sie sich erst eben getheilt) zu erkennen. Bei weiter fortgeschrittenen Eiern war

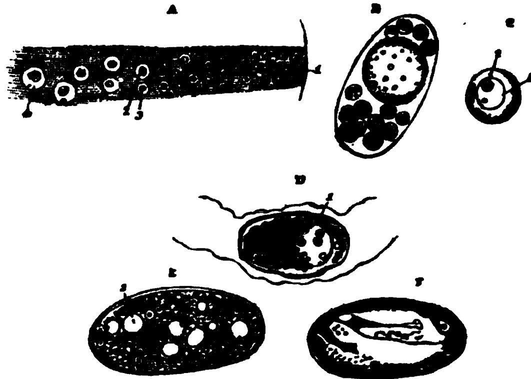


Fig. 43. — *Aspidogaster conchicola*. — A. Schnitt durch das Ovarium; 1. vorderes Ende desselben; 2. Keimbläschen mit deutlicher Wandung; 3. 4. fertiges Keimbläschen mit Keimfleck. C. ein Urei. D. junges Stadium eines fertigen Eies; das Urei ist theilweise von Dotterkörnchen und von einer Schale umgeben. B. fertiges Ei, dessen accessorischer Dotter in Kügelchen zerfallen ist. E. vacuoläre Embryonalmasse. F. Embryo.

die Schale vollständig, aber entweder farblos oder ganz hellbraun. Bei vielen von diesen enthielten die Ureier viele Kerne und lagen in einer Masse dicht gedrängter accessorischer Dotterkörnchen, während bei andern diese Körnchen zu einer Anzahl regelmässiger, kugliger Massen zusammengeballt waren (Fig. 43, B).

Bei fortschreitender Entwicklung verschwinden die accessorischen Dottermassen allmählich. Das Urei wird dann zum Homologon der Keimscheibe oder -Blase bei andern Thieren und wächst allem Anschein nach auf Kosten jener Dottermassen. Gleichzeitig treten in ihm helle rundliche Vacuolen in verschiedener Zahl auf; zwischen diesen aber kann man bei gehöriger Sorgfalt die zwar sehr kleinen Kerne des Keimes gut erkennen. Auf den spätesten Stadien wird die Schale brauner, die Vacuolen und Körnchen verschwinden und die Substanz des Embryos erscheint homogen. Bei sorgfältiger Betrachtung werden jedoch die kleinen Kerne sichtbar, besonders wenn man Wasser auf das Gewebe einwirken lässt, und wenn die Schale zerplatzt und ihr Inhalt austritt, so zerfällt derselbe leicht in kleine, aber scharf begrenzte Zellen, jede mit ihrem Kern. Gleichzeitig nimmt der Embryo eine von der ausgebildeten nicht sehr ab-

weichende Gestalt an, und schliesslich geht er ohne weitere Metamorphose in jene über.[1])

Bei *Aspidogaster* erzeugt der Keimstock also Ureier, welche den Eileiter hinabsteigen und befruchtet werden, entweder durch die vom innern vas deferens zugeleiteten Spermatozoen oder durch solche, die von der Vagina aufgenommen werden, wenn eine Begattung mit einem andern Individuum oder, möglicher Weise, Selbstbefruchtung erfolgt; darauf findet der wesentliche Theil des »Furchungs«- oder »Dottertheilungs«-Vorganges statt, indem der Keimfleck sich theilt und das Urei auf diese Weise sich in das kuglige Blastoderm verwandelt; gleichzeitig wird das Blastoderm von den durch den Dottergang zugeführten accessorischen Dotterkörnchen und von einer Schale umhüllt; alsdann ordnet sich der accessorische Dotter zu kugligen Ballen an, welche wahrscheinlich dem Blastoderm die Mittel zu dauernder Vergrösserung liefern, und endlich verschwindet der accessorische Dotter und das Blastoderm verwandelt sich in den Embryo.

Die bei andern *Trematoden* vorkommenden Abweichungen betreffen die Zahl der Saugnäpfe, von denen bei den Ektoparasiten gewöhnlich mehrere, bei den Endoparasiten nicht mehr als einer sich findet; ferner deren Verstärkung durch ein Chitingerüst oder Hinzutreten von Stacheln oder Haken, ähnlich wie bei *Cestoden* und *Acanthocephalen;* dann die Gablung des Darmcanales und die Verästelung seiner Zweige, so dass die Formen des Verdauungsapparates die beiden bei den aprokten *Turbellarien* beobachteten Extreme wiederholt; endlich die Existenz von zwei Nervenganglien mit einer Quercommissur bei vielen und das gelegentliche Auftreten von Sinnesorganen (Augenflecken). Die nicht contractilen Canäle einiger Gattungen entbehren der Wimpern, ausser an ihren innern Enden.

Die Verschiedenheiten in den Fortpflanzungsorganen beziehen sich mehr auf die Lage als auf den Bau. Diöcische Trematoden sind sehr selten; der wichtigste ist die furchtbare *Bilharzia,* bei der das Männchen grösser ist als das Weibchen und dasselbe in einem durch Einfaltung der Ränder der concaven Körperseite erzeugten *Canalis*

---

1) Der Inhalt dieser Schilderung vom Bau und der Entwicklung des *Aspidogaster* mit den dieselbe begleitenden Abbildungen wurde 1856 in den »Medical Times and Gazette« veröffentlicht. E. van Beneden hat in neuerer Zeit in seinen »Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf« vielfache Aufklärung über die Bildung und Entwicklung der Eier bei den Trematoden gegeben.

gynaecophorus mit sich umherträgt. *Bilharzia* hat weder Begattungsorgan noch Samentasche, und ihre Entwicklungsgeschichte hat man noch nicht über das Ausschlüpfen des Embryos aus dem Ei hinaus verfolgt. Dieser Schmarotzer findet sich in den Blutgefässen des Menschen, besonders in den Gefässen der Harnorgane. Die Eier treten durch die Geschwüre, zu denen die Thiere Veranlassung geben, aus dem Körper aus. Bei den Ektoparasiten nimmt der Embryo noch im Ei eine mit der elterlichen identische oder ihr sehr ähnliche Gestalt an, so bei *Aspidogaster*. In diesem Falle (z. B. *Distoma variegatum*, *D. tereticolle*) ist der Embryo an einem Ende oft mit Stacheln ausgerüstet und langsamer, kriechender Bewegungen fähig. Bei den meisten Endoparasiten dagegen verlässt der Embryo das Mutterthier als eine, gewöhnlich wimpernde Morula. So hat bei *Distoma lanceolatum*, *D. hepaticum* und *Monostomum mutabile* der aus dem Ei ausschlüpfende Embryo ein Wimperkleid, mit dem er rasch im Wasser umherschwimmt; auch kann er Augenflecken und Wassergefässe besitzen (Fig. 44, A. B. *b*.). Nach dem

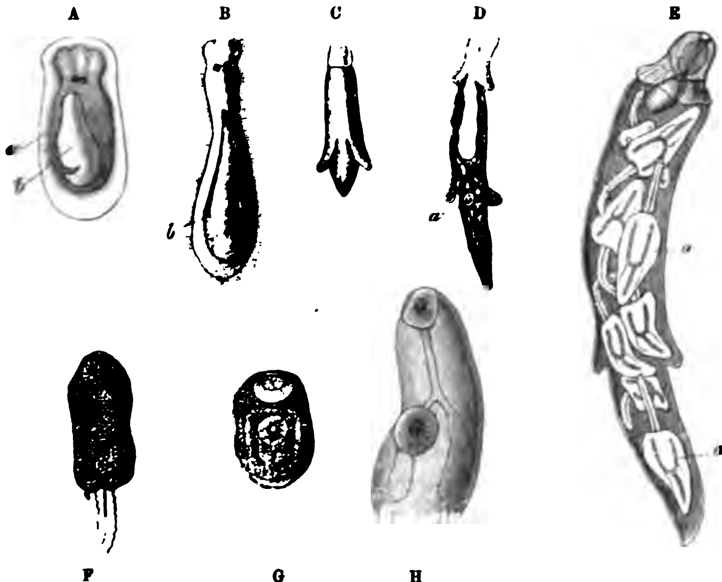


Fig. 44. — A. B. C. *Monostomum mutabile*; A. der Embryo (*a*) in der Eihülle. B. der bewimperte Embryo (*a*) mit dem darin liegenden Zooid (*b*), das in C frei dargestellt ist (nach v. SIEBOLD). D. *Redia* von *Distoma pacificum* mit den Keimen andrer Redien. E. *Redia* mit *Cercarien* (*a*). F. *Cercaria*. G. dieselbe eingekapselt. H. *Distoma*, das aus der Metamorphose der Cercarie hervorgeht (nach STEENSTRUP).

Uebergang aber auf das Thier, in dem das *Monostomum* schmarotzt, tritt aus dem Embryo eine Larve aus in Gestalt eines cylindrischen

Sackes mit zwei seitlichen Anhängen und einem spitz auslaufenden Schwanze. Die *Redia*, wie man diese Form nennt (Fig. 44, C. D. E.), hat einen Mund und einen einfachen blindsackförmigen Darm, sonst aber keine Organe. In dem Hohlraum dieser Redia findet nun eine innere Knospung statt, wodurch Körper entstehen, welche dem Mutterthiere an Gestalt ähnlich sind, aber keine Fortpflanzungsorgane besitzen und mit einem langen Schwanz, mit dem sie sich fortbewegen, ausgestattet sind (Fig. 44, E). Die Geschöpfe, welche *Cercarien* heissen (Fig. 44, F), treten durch Platzen der Redia aus, dringen dann, nachdem sie eine Zeit lang frei umhergeschwommen sind, in den Körper eines andern Thieres ein und werfen ihren Schwanz ab. Darauf kapseln sie sich ein (G), nehmen unter geeigneten Umständen die ausgebildete Gestalt an und entwickeln Fortpflanzungsorgane (Fig. 44, H).

Bei *Distoma militare*, dessen Formencyclus man fast vollständig verfolgt hat, verhält sich derselbe kurz folgendermassen. 1. Das Mutterthier, das im Darm von Wasservögeln lebt, trägt an seinem vordern Ende zwei alternirende Kränze von grössern und kleinern Haken und ausserdem einige regellos angeordnete. Ringe von Papillen verleihen der Mitte des Körpers ein gegliedertes Aussehen. Der fast endständige Mund führt in einen langen geraden Darmblindsack. Die Geschlechtsorgane sind ähnlich wie bei *Aspidogaster*, die Hoden jedoch paarig und entbehren des innern vas deferens. Es sind nur wenige Eier vorhanden, meistens acht bis zehn. 2. Aus jedem Ei geht eine bewimperte Larve hervor mit der Anlage von 3. einer *Redia*, deren Entwicklungsweise jedoch noch nicht vollständig verfolgt worden ist. Die ausgebildete Redia findet sich am Körper einer Süsswasserschnecke (*Paludina*), nachdem ihr Wimperkleid verschwunden ist. Sie besteht aus einem Sack, in dem ein röhrenförmiger, mit farbigen Massen, wahrscheinlich Nahrungsbestandtheilen, erfüllter Schlauch hängt. Vorn wird der Kopf durch eine Art Krone bezeichnet; ein Oesophagus ist jedoch noch nicht vorhanden. Und nicht weit vom Hinterende treten zwei seitliche Verlängerungen auf, die für die Redien der *Distomen* charakteristisch sind. Während des raschen Wachsthums des Zooids grenzt sich der Kopf durch eine Einschnürung ab, und ein Mund und eine Speiseröhre mit einer Schlundkopferweiterung gestatten die Aufnahme von Nahrungsmitteln in den Darmschlauch. In der Körperhöhle. ausserhalb dieses Schlauches, treten Bläschen auf, wachsen rasch

und nehmen die Gestalt von *Cercarien* an; die *Redie* platzt, und diese neuen Zooiden werden frei. 4. Die *Cercarie* hat einen langen Schwanz mit seitlichen Hautsäumen, mittels dessen sie nach Art einer Kaulquappe umherschwimmt. Auf den Schlundkopf folgt eine Speiseröhre, die sich gegenüber dem ventralen Saugnapfe theilt: die beiden Aeste enden als blindgeschlossene Schläuche zu beiden Seiten der contractilen Blasen des Wassergefässsystems. Diese letztern liegen median; die quadratische Endkammer steht in Verbindung mit einer davor gelegenen runden, und von dieser gehen die beiden Hauptcanäle aus, welche den Körper der Länge nach durchziehen und sich dann verlieren. 5. Nachdem die Cercarie eine Zeitlang frei umhergeschwommen ist, setzt sie sich auf einer *Paludina* fest oder bohrt sich in dieselbe ein; der Schwanz fällt ab und der Körper bekleidet sich mit einer structurlosen Hülle (Cyste), in welcher er ruhig liegen bleibt, aber sich noch etwas weiter entwickelt, indem nämlich die Hakenkränze auftreten. 6. Wenn eine so inficirte *Paludina* von einem Wasservogel gefressen und verdaut wird, so werden die Cysten im Darmcanal des Vogels frei, in dem darin gelegenen *Distoma* entwickeln sich Geschlechtsorgane, der Körper verlängert und verschmälert sich vorn, der Saugnapf rückt näher zum Kopfe hin und die Hakenkränze erreichen ihre volle Ausbildung. Das *Distoma* nimmt allmählich die Form des Mutterthieres an, heftet sich mit seinen Haken an der Darmwandung an und erhält vollkommen ausgebildete Geschlechtsorgane.[1] Das *Distoma militare* durchläuft also im Ganzen folgende Entwicklungsstadien: 1. Wimperlarve; 2. *Redie*; 3. *Cercarie*; 4. schwanzlose und eingekapselte *Cercarie* oder unvollkommnes *Distoma*; 5. vollkommnes *Distoma*.

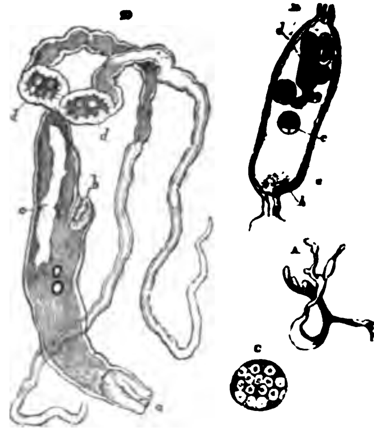


Fig. 45. — *Bucephalus polymorphus*. A. verästelte Sporocyste. B. ein Theil derselben bei stärkerer Vergrösserung: *a*. äussere Hülle; *b*. innere; *c*. *d*. in der Entwicklung begriffene Keimmassen. C. eine der Keimmassen bei noch stärkerer Vergrösserung. D. *Bucephalus*: *a*. *b*. Saugnäpfe: *c*. heller Hohlraum: *d*. Schwanzanhänge.

---

1) van Beneden, »Mémoire sur les vers intestinaux.«

Bei *Bucephalus polymorphus*, einem Schmarotzer der Süsswassermuschel (Fig. 45), entwickeln sich zwei Schwanzanhänge, welche dem Schwanz der gewöhnlichen Cercarien zu entsprechen scheinen, zu ungeheurer Länge. Sie verwandeln sich in verästelte, als *Sporocysten* bezeichnete Schläuche, welche manchmal den ganzen Raum zwischen den Eingeweiden der Muschel einnehmen. Durch innere Knospung entwickeln sich in diesen Sporocysten neue Bucephalen. Das Trematodenstadium scheint die in Süsswasserfischen lebende Gattung *Gasterostomum* zu sein.

Die freien oder encystirten Sporocysten, Redien und Cercarien finden sich fast ausschliesslich in wirbellosen Thieren, während man die dazu gehörigen ausgebildeten Trematoden in den Wirbelthieren trifft, welche von diesen Wirbellosen leben.

Das eigenthümliche, aus zwei Körpern bestehende *Diplozoon paradoxum* entsteht, wie v. Siebold gezeigt hat, durch eine Art Conjugation von zwei Individuen eines Trematoden, der im Einzelzustande *Diporpa* heisst. Die *Diporpen* sind, wenn sie das Ei verlassen, bewimpert und mit zwei Augenflecken, einem kleinen ventralen Saugnapf und einer dorsalen Papille versehen. Nach einiger Zeit nähern sich zwei *Diporpen* einander, legen eine jede ihren Saugnapf auf die Rückenpapille der andern, und nun verwachsen die Berührungsstellen ihrer Körper. Erst nach dieser Vereinigung erhalten sie vollkommen ausgebildete Geschlechtsorgane.[1]

Gyrodactylus vermehrt sich ungeschlechtlich durch Entwicklung eines jungen Trematoden innerhalb des Körpers, als eine Art von innerer Knospe. Innerhalb der ersten Generation tritt eine zweite auf, und in der zweiten sogar eine dritte, ehe der junge *Gyrodactylus* geboren wird.

Die Cestoden.

Die *Cestoden* (*Cestoidea*) oder Bandwürmer sind sämmtlich Endoparasiten und leben im ausgebildeten Zustande im Darm von Wirbelthieren.

Die einfachste bekannte Form ist *Caryophyllaeus*.[2] Derselbe

1) E. Zeller, »Untersuchungen über die Entwickelung des Diplozoon paradoxum.« — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXII. S. 168.

2) Siehe das »Mémoire sur les vers intestinaux«, 1858, von P. J. van Beneden, dem ich für Belehrung über diese und andere mir nicht zur Beobachtung gekommene Cestoden sehr verpflichtet bin. Ferner Leuckart, »Die menschlichen Parasiten«, und Cobbold, »Entozoa«.

findet sich in Fischen der Karpfenfamilie. Er hat einen etwas länglichen, an einem Ende verbreiterten und gelappten, fast wie ein Gewürznägelchen aussehenden Körper; daher sein Gattungsname. In seinem Baue gleicht er einem Trematoden ohne jede Spur eines Darmcanals, doch mit dem charakteristischen Wassergefässsystem und mit einer einzigen Gruppe von hermaphroditischen Fortpflanzungsorganen.

Bei *Ligula* ist der Körper stark in die Länge gezogen und trägt an einem Ende zwei seitliche Einsenkungen. Er ist nicht in Segmente getheilt; dagegen sind zahlreiche, der Länge nach hinter einander angeordnete Gruppen von Geschlechtsorganen vorhanden. Die Oeffnungen der Genitaldrüsen befinden sich in der Mittellinie des Körpers. Diese Parasiten leben in Fischen und Amphibien sowie in Wasservögeln, erreichen jedoch ihre Geschlechtsreife nur in letztern.



Fig. 46. — Diagramm vom Bau eines Cestoden mit nur einem Gliede. Es ist die Lage der Haken einer *Taenia* und eines der Rüssel eines *Tetrarhynchus* angedeutet. *A.* Kopf und Hals. *B.* einer *Proglottis* entsprechendes Körpersegment; *a.* Rostellum; *b.* Rostellarhaken (*Taenia*); *c. c'. c''.* stachliger vorstülpbarer Rüssel (*Tetrarhynchus*): *d.* Saugnapf; *e.* Ganglion (?):[1] *f.* laterales, *g.* Ringwassergefäss; *h.* Verzweigungen der Wassergefässe; *i.* contractile Blase; *k.* anastomosirender Stamm: *l.* Genitalvorhof: *m.* Penis und vas deferens; *n.* Vagina; *o.* gemeinschaftlicher Hohlraum und vesicula seminalis interior; *p.* Ovarium: *q.* Uterus; *r.* Dottergang.

Bei den eigentlich typischen *Cestoden* ist der Körper langgestreckt und besitzt an einem Ende einen Kopf, der mit Saugnäpfen und sehr häufig auch mit Chitinhaken versehen ist, die entweder in Kreisen um die Spitze des Kopfes angeordnet oder auf rüsselförmigen Tentakeln angebracht sind, die aus dem Kopfe ausgestülpt oder in denselben zurückgezogen werden können. Manchmal ist der Kopf in Lappen ausgezogen, und wo solche Lappen oder Tentakeln vorhanden sind, bestehen sie meist in der Vierzahl und sind symmetrisch um den Kopf angeordnet. Eine kurze Strecke hinter ihnen verbreitert sich der schmale Körper und wird quer gefurcht, so dass er in Segmente zerlegt erscheint. Longitudinale Wassergefässe verlaufen einander parallel durch den Körper und verbinden sich in jedem Segment durch Querstämme und im Kopf durch ein Ringgefäss. Bei *Bothriocephalus latus* werden die

1 An der hier als vermuthlicher Ort eines Ganglions bezeichneten Stelle ist durch die neueren Untersuchungen von STEUDENER (»Untersuchungen über

Hauptstämme von einem schwammigen netzförmigen Gewebe eingenommen.

Bei den meisten Bandwürmern sind unzählige feste, stark lichtbrechende Körperchen durch die Substanz des Körpers zerstreut (Fig. 48, A. *d*). Wahrscheinlich sind es mehr oder minder verkalkte Bindegewebskörperchen. Aehnliche Körper fand CLAPARÈDE bei einigen Trematoden in erweiterten Enden der Wassergefässe liegend, allein es scheint, dass dies bei den Cestoden nicht der Fall ist.[1])

Die Entfernung zwischen den Querfurchen und die Tiefe derselben nimmt gegen das hintere Körperende hin immer mehr zu, und ein jedes Segment enthält schliesslich eine Gruppe von männlichen und weiblichen Geschlechtsorganen. Die Genitalorgane[2]) sind nach demselben allgemeinen Plane gebaut wie diejenigen der Tre-

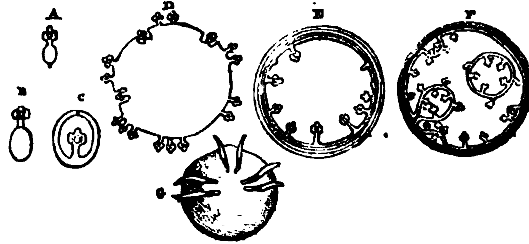


Fig. 47. — Diagramme zur Veranschaulichung der Beziehungen zwischen *Taenia*, *Cysticercus Coenurus* und *Echinococcus*. — A. B. junge *Taenia* im *Scolex*-Stadium, in B mit einem erweiterten receptaculum scolicis, in das Kopf und Hals bei C, dem *Cysticercus*, zurückgezogen sind. D. *Coenurus*. E. hypothetischer Zustand eines *Echinococcus*, wo »Taenienköpfe« sich nur an der Innenfläche der primären Cyste entwickelt haben. F. *Echinococcus* mit secundären Cysten. G. Taenien-Embryo (nach STEIN).

matoden; der Uterus nimmt jedoch, wenn er sich mit Eiern füllt, die Gestalt eines verästelten Schlauches an. Am äussersten Ende

---

den feineren Bau der Cestoden«. (Abh. d. Naturf. Ges. zu Halle, Bd. XIII.); eine Commissur zwischen zwei schon von SCHIEFFERDECKER (»Beiträge zur Kenntniss des feinern Baues der Taenien« (Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. VIII. S. 459) als Nerven gedeuteten longitudinalen Fasersträngen nachgewiesen worden. D. Uebers.

1) SOMMER und LANDOIS, »Ueber den Bau der geschlechtlichen Glieder von Bothriocephalus latus.« — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXII. S. 40. LEUCKART, »Die menschlichen Parasiten«, S. 475, vertritt jedoch die entgegengesetzte Ansicht.

2) Vergl. SOMMER, »Ueber den Bau und die Entwickelung der Geschlechtsorgane von *Taenia mediacanellata* und *Taenia solium*.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXIV. S. 499. Danach ist ein eigentlicher Dotterstock wie bei den Trematoden bei *Taenia* nicht vorhanden. Die an der Stelle der in Fig. 46 mit *r* bezeichneten Dottergänge gelegene unpaare Drüse ist eine Albumindrüse. Siehe ferner STEUDENER, a. a. O. D. Uebers.

des Körpers lösen sich die Segmente los und können eine Zeitlang selbständig fortleben. In diesem Zustande heisst jedes Segment eine *Proglottis*; ihr Uterus ist voll von Eiern.

Der Embryo entwickelt sich in diesen Eiern in derselben Weise wie bei den Trematoden, und kann, wie dort, entweder bewimpert sein (so bei *Bothriocephalus*) oder nicht; letzteres ist die Regel. Der Embryo stellt eine solide Morula dar, an deren einer Seite vier oder sechs symmetrisch zu beiden Seiten einer Medianlinie angeordnete Chitinhaken sich entwickeln (Fig. 47, G).

Wenn das Ei in geeignete Bedingungen gebracht wird, schlüpft der mit Haken versehene Embryo aus der Schale aus und nimmt rasch an Grösse zu. Nach einiger Zeit erscheint in der Mitte der Zellen, aus denen die Morula besteht, ein Hohlraum, und an der Aussenfläche des Embryos entwickelt sich eine chitinige Cuticula. Verästelte Wassergefässe treten in der Wand des so gebildeten und in einigen Fällen sich mit einem äussern Porus öffnenden Sackes auf. Es besteht also eine grosse Aehnlichkeit zwischen diesem Cestodenembryo und der Sporocyste eines Trematoden.



Fig. 48. — *Echinococcus veterinorum*. — A. »Taenienkopf« oder *Scolex*; *a*. Haken: *b*. Saugnäpfe; *c*. Wimpern in den Wassergefässen: *d*. ovale, stark lichtbrechende Korperchen. B. einzelne Haken. C. ein Theil der elastischen Kapsel *a* mit der innern hautigen primären Kapsel *b*: *c*. und *c*. an der Innenfläche derselben sich entwickelnde Scolices: *d*. eine secundäre Cyste.

Wenn der sackförmige Embryo eine gewisse Grösse erreicht hat, so findet eine Verdickung und Einstülpung, gewöhnlich an einer (*Taenia* Fig. 47, A. B. C.), bisweilen an vielen (*Coenurus* D, *Echinococcus* F) Stellen seiner Wandung statt. Die Einstülpung verlängert sich nach innen und wird zu einem Blindsack, dessen Hohlraum nach aussen mündet. Am Grunde der Innenfläche dieses Blindsacks, die also morphologisch die Aussenfläche ist, entwickeln sich bei denjenigen Arten, welche Haken besitzen, Haken, während an den Seitenwänden Erhebungen auftreten, welche sich in Saugnäpfe verwandeln. Der Blindsack wird darauf ausgestülpt, und der Embryo hat die Gestalt einer Flasche, deren

Hals von dem ausgestülpten Blindsacke gebildet wird. Um die Spitze desselben stehen die Haken und unter diesen die Saugnäpfe, und bilden so einen vollständigen Bandwurmkopf; der Sack dagegen entspricht dem Bauche der Flasche. Die ursprünglichen Haken des Embryos werden im Laufe dieses Vorganges abgeworfen.

Wenn die Eier des Bandwurms in den Darmcanal eines Thieres gerathen sind, in welchem der Wurm seinen geschlechtsreifen Zustand nicht erreichen kann, so bohrt sich der sechshakige Embryo, sobald er ausgeschlüpft ist, durch die Wand des Darmcanals hindurch und gelangt schliesslich in das Bindegewebe zwischen den Muskeln oder in die Leber oder ins Gehirn oder ins Auge. Hier macht er die geschilderten Verwandlungen durch, und in der Regel erweitert sich der Sack sehr. Die Gegend der Wandung des Sackes, an welcher der Bandwurmkopf ansitzt, stülpt sich ein und wird so in eine Kammer eingeschlossen, deren Wände in Wirklichkeit von der Aussenseite des eigenen Körpers gebildet werden. In diesem Zustande heisst der Wurm ein Blasenwurm, und wenn nur ein einzelner Kopf vorhanden ist, heisst er ein *Cysticercus*. Bei den Gattungen *Coenurus* und *Echinococcus* wird der Bau des Blasenwurms noch weiter durch seine Proliferation complicirt, infolge deren sich viele Blasenwürmer einer im andern bilden, die in einer von dem Parasiten abgesonderten starken blättrigen Blase oder Cyste anscheinend von chitiniger Beschaffenheit liegen (Fig. 48).

Im Blasenwurmstadium erhalten die Bandwürmer niemals Geschlechtsorgane; wenn sie aber in den Darmcanal ihrer eigentlichen Wirthe gerathen, so lösen sich die Köpfe von den Cysten ab und erzeugen, indem sie rasch wachsen, Segmente, welche zu geschlechtsreifen *Proglottiden* werden. Man trifft die Bandwürmer selten im Cysticercen- und im Cestoden-Zustande in demselben Thiere, sondern die Blasenwurmform findet sich in einem Geschöpf, das dem Wirthe der Cestodenform zur Beute dient. Also:

Blasenwurm:	Bandwurm:
Cysticercus cellulosae.	*Taenia solium.*
(Muskeln des Schweines.)	(Mensch.)
Cysticercus — ?	*Taenia mediocanellata.*
(Muskeln des Rindes.)	(Mensch.)
Cysticercus pisiformis.	*Taenia serrata.*
(Leber des Kaninchens.)	(Hund, Fuchs.)

Blasenwurm:	Bandwurm:
Cysticercus fasciolaris. (Leber von Ratten und Mäusen.)	*Taenia crassicollis.* (Katze.)
Coenurus cerebralis. (Gehirn des Schafes.)	*Taenia coenurus.* (Hund.)
Echinococcus veterinorum. (Leber des Menschen und der Haushufthiere.)	*Taenia echinococcus.* (Hund.)

Der Embryo von *Taenia cucumerina* geht im Körper der Hundelaus (*Trichodectes canis*) in ein *Cysticercoid* oder eine kleine ungegliederte und ungeschlechtliche Taenia ohne Endblase über. Der Hund frisst die Laus, und das Cysticercoid wird in seinem Darm zu einer *Taenia cucumerina*. Die in den an den Haaren des Hundes hängenden Faeces enthaltenen Eier der *Taenia* werden wiederum von der Laus gefressen, und so nimmt der »circulus vitiosus« des Parasitismus seinen Fortgang.

Die Blasenwürmer der Familie der *Tetraphyllidea* leben in Knochenfischen und erlangen ihre Geschlechtsreife in Plagiostomen. Der Kopf ist mit vier Saugnäpfen versehen, welche gestielt und unbewaffnet, wie bei *Echeneibothrium*, oder mit Haken versehen sein können, wie bei *Acanthobothrium*, während bei *Tetrarhynchus* vier rüsselförmige, dicht mit Haken besetzte Tentakeln in Scheiden längs der Saugnäpfe zurückgezogen werden können (Fig. 46).

Die *Diphyllidea* haben zwei Saugscheiben, zwei bewaffnete Rostellarvorsprünge und einen Hakenkranz am Hals.

Die Wanderungen der *Pseudophyllidea* gehen hauptsächlich von Fischen und Amphibien zu Wasservögeln; die Gattung *Bothriocephalus*, welche in den menschlichen Körper gelangende Arten enthält, lebt wahrscheinlich im Fleisch von Süsswasserfischen. Der Kopf hat weder Saugnäpfe noch Lappen, sondern trägt an beiden Seiten eine tiefe Rinne. Bei *Bothriocephalus* liegen die Geschlechtsöffnungen in der Mitte eines jeden Segments. Der Embryo ist bewimpert und schwimmt lebhaft im Wasser umher. Nach neuern Versuchen geht die Entwicklung des Embryos in dieser Gattung möglicher Weise direct vor sich, ohne Einschaltung eines Cysticercusstadiums.

Offenbar sind die *Cestoden* sehr nahe mit den *Trematoden* verwandt. Da einige von den letztern darmlos und einige von den ersten ungegliedert sind, so ist es in der That unmöglich, eine ab-

solute Grenzlinie zwischen beiden Gruppen zu ziehen. Es scheint. dass die *Cestoden* entweder Trematoden sind, welche eine rückschreitende Metamorphose durchgemacht und den Darmcanal, welchen sie ursprünglich besassen, verloren haben, oder dass sie Modificationen eines Trematodentypus sind, bei welchem das Endoderm nicht über den schwammigen Zustand hinausgekommen ist, in dem es sich bei *Convoluta* unter den *Turbellarien* befindet, und sich noch keine Mundöffnung gebildet hat; oder es ist endlich möglich, dass die centrale Höhle des Taenienembryos einfach ein Blastocoel darstellt. Wenn die Cestoden wesentlich durch den Verlust ihrer Verdauungsorgane modificirte Trematoden sind, so muss man bei dem Bandwurmembryo irgend welche Spur des Verdauungsapparates entdecken können. Trotzdem ist nichts der Art erkennbar, wenn nicht der Hohlraum des sackförmigen Embryos ein Enterocoel ist. Ist aber dieser Hohlraum ein Blastocoel und kein Enterocoel, so entsteht die Frage, ob nicht etwa die Bandwürmer nichts als so zu sagen riesige Morulae sind, welche niemals das Gastrulastadium durchlaufen haben.

Capitel V.

Die Hirudineen, die Oligochaeten, die Polychaeten, die Gephyreen.

Die Hirudineen.

Die *Hirudineen* oder Egel sind mehr oder minder deutlich segmentirte, wurmförmige, im Wasser oder auf dem Lande lebende Thiere, welche meistens Blut saugen, zum Theil jedoch auch ihre Beute fressen. Das Ektoderm ist eine äusserlich von einer Chitincuticula bedeckte Zellschicht und, abgesehen von *Malacobdella* [1], unbewimpert. Sehr häufig ist es durch Quereinschnürungen in Ringe zerlegt, welche zahlreicher sind als die durch die Ganglien und die Segmentalorgane bezeichneten echten »Somiten«. An ihrer Oberfläche können einfache Drüsen münden. Ein oder mehrere Saugnäpfe, welche als Anheftungsorgane dienen, können sich darauf entwickeln. Bei einigen (*Acanthobdella*) sind Borstenbündel vorhanden; bei andern (*Branchellion*) sind die Seiten des Körpers in lappige Anhänge ausgezogen; aber keine haben echte Gliedmassen, wenn nicht vielleicht die seitlichen Anhänge von *Histriobdella* als solche zu betrachten sind; auch sind nirgends die vordersten Körpersegmente so modificirt, dass sie einen deutlichen Kopf bilden.

Der Mund liegt allgemein am Vorderende des Körpers, der After am entgegengesetzten Ende, dorsalwärts vom Endsaugnapf. Die Mundhöhle kann mit mehreren gesägten Chitinplatten bewaffnet sein, wie beim medicinischen Blutegel, wo drei solche Zähne vorhanden sind. Mit Hülfe derselben schneiden die Egel in die Haut ein und erzeugen die wohlbekannte dreistrahlige Spur des Egelbisses. An die Mundhöhle schliesst sich gewöhnlich ein musculöser,

1) Vergl. die Nachträge im Schlusscapitel, aus denen hervorgeht, dass *Malacobdella* keine Hirudinee, sondern eine Nemertine ist. D. Uebers.

manchmal vorstülpbarer Schlund, von dem eine enge Speiseröhre in einen Magen führt, der häufig mit seitlichen Blindsäcken besetzt ist. Beim medicinischen Blutegel (Fig. 49) z. B. sind elf Paare solcher Blindsäcke vorhanden, welche von vorn nach hinten an Länge und Umfang zunehmen. Vom Magen führt ein enger Enddarm zum After. Bei *Malacobdella* ist der Darmcanal ein einfaches, mehrmals um sich selbst gewundenes Rohr. Der Darmcanal ist von den Zellen des Endoderms ausgekleidet, und den Raum zwischen diesem und dem Ektoderm nimmt das Mesoderm ein, welches zahlreiche Bindegewebs- und Muskelelemente enthält und von den Blutcanälen durchzogen ist, die bisweilen die Form weiter Sinusse haben, in andern Fällen dagegen verhältnissmässig enge Gefässe mit besondern Wandungen sind.

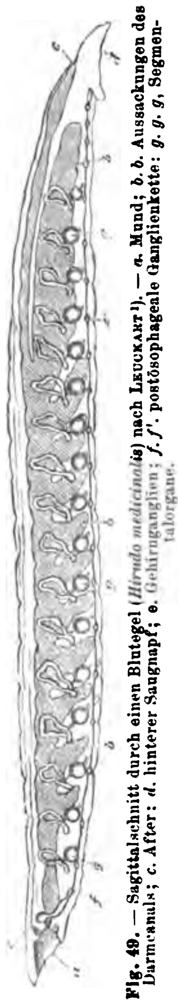


Fig. 49. — Sagittalschnitt durch einen Blutegel (*Hirudo medicinalis*) nach Leuckart[1]). — *a.* Mund; *b. b.* Aussackungen des Darmcanals; *c.* After; *d.* hinterer Saugnapf; *e.* Gehirnganglion; *f. f'.* postösophageale Ganglienkette; *g. g. g.* Segmentalorgane.

Bei den niedern *Hirudineen*, wie *Clepsine*, scheinen die Sinusse und Gefässe e i n zusammenhängendes System von Hohlräumen darzustellen, welches eine als Blut zu betrachtende Flüssigkeit enthält. Beim Blutegel hingegen hat ein besonderes Pseudhaemalgefässsystem einen hohen Grad der Sonderung und Complicirtheit erlangt: es besteht aus 1. einem medianen dorsalen Stamm, 2. einem medianen ventralen Stamm, in welchem die Ganglienkette liegt, 3. 4. zwei weiten lateralen Längsstämmen (Fig. 50). Diese anastomosiren mit einander und geben zahlreiche Aeste ab, welche sich in ein reiches in der Muskelschicht des Mesoderms und auf den Segmental- und Fortpflanzungsorganen liegendes Capillarnetz öffnen. Die in diesen Gefässen enthaltene Flüssigkeit hat eine rothe Farbe und enthält keine Körperchen.

Eine grössere oder geringere Anzahl der Segmente des Körpers ist mit sogenannten »Segmentalorganen« ausgestattet. Es sind dies Canäle, welche aussen an der ventralen Körperfläche münden, wäh-

1) Leuckart, »Die menschlichen Parasiten« Bd. I. Leipzig 1868.

rend sie an ihrem andern Ende sich entweder mit wimpernden Mündungen in die Sinusse öffnen (*Clepsine*), oder ein mehr oder minder netzförmig verschlungenes nicht wimperndes Knäuel bilden (*Hirudo*). Diese Organe entsprechen offenbar den wimpernden Wassergefässen der *Turbellarien* und *Trematoden*.

Das Nervensystem besteht aus einer vor dem Munde gelegenen Gehirnmasse, von der zu beiden Seiten eine Commissur ausgeht, die sie mit einem Bauchstrange verbindet, in welchem in einer den Somiten des Körpers entsprechenden Anzahl Ganglien angebracht sind. Bei *Malacobdella* liegen diese Stränge seitlich und weit auseinander, bei allen andern *Hirudineen* jedoch treten sie hinter dem Munde nahe zusammen und verlaufen in der Mittellinie der ventralen Körperseite. Beim Blutegel sind nach LEUCKART ursprünglich dreissig Paare postoraler Ganglien vorhanden; die vordern sieben und die hintern drei Paare aber verschmelzen, so dass beim ausgewachsenen Thiere nur noch drei und zwanzig Paare zu unterscheiden sind. An den Schlund und an den Darm werden Nerven abgegeben; die erstern entwickeln besondere Ganglien.



Fig. 50. — Diagrammatische Darstellung der Hauptgefässe des Blutegels (*Hirudo medicinalis*) nach GRATIOLET. — Es ist die Innenansicht einer Körperhälfte abgebildet. *a. a.* der ventrale Stamm; *e. e'. e''.* der laterale Stamm und seine Aeste; *f. f'.* der dorsale Stamm und seine Aeste; *g.* die dünnen Querstämme, welche sich am Ende verzweigen; *h. i.* die ventralen Queräste des lateralen Stammes; *k. l.* der Ast zum Hoden (*c*) und dem Segmentalorgane (*d*); *m.* Ast von der Anschwellung auf dem Hoden zu den Gefässgeflechten in der Körperwand; *b. b.* vas deferens.

Am vordersten, oralen Segment sind gewöhnlich einfache Augen vorhanden, welche von den Oberschlundganglien aus innervirt werden. Beim Blutegel liegen diese Augen an den ersten drei Segmenten. LEYDIG[1]) hat bei mehreren *Hirudineen* becherförmige Einsenkungen des Integumentes der vordern Körpersegmente ent-

1) Archiv für Anat. und Physiol. 1861.

deckt, die von eigenthümlichen glashellen Zellen ausgekleidet sind und mit Nerven, die in zarte Fäden ausgehen, zusammenhängen.

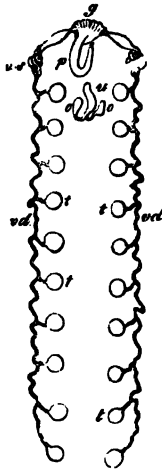


Fig. 51.— Geschlechtsorgane eines *Hirudo*. *t*. Hoden. *vd*. Vas deferens commune. *vs*. Gewundener Theil des Samenleiters, einer Samenblase analog. *p*. Penis. *g* Drüsen. *o*. Ovarien. *u*. Scheide.

Die länglichen spindelförmigen Muskelzellen des Körpers sind sehr zahlreich und in einer oberflächlichen Ring- und einer tiefen Längsmuskelschicht angeordnet, während von der Rückenseite zur gegenüberliegenden dorsoventrale Bänder verlaufen.

Malacobdella und *Histriobdella* sind diöcisch, die übrigen *Hirudineen* aber hermaphroditisch. Die männlichen Organe bestehen in zahlreichen, in beiden Seiten des Körpers liegenden Hodentaschen (Fig. 51, *t*), welche durch ein vas deferens (*vd*) verbunden sind, das gewöhnlich in einen mit einem ausstülpbaren Penis (*p*) endigenden Sack mündet. Die Spermatozoen werden oft von einer Kapsel oder *Spermatophore* eingeschlossen. Die weiblichen Organe, welche viel kleiner sind als die männlichen, bestehen aus Ovarien (*o*) mit in eine Scheide (*u*) mündenden Oviducten. Die Oeffnung der Vagina liegt hinter der des Penis. Bei den Blutegeln werden die Eier von einer Art Cocon aus einem zähen Secret des Integumentes umschlossen.

Aus den Beobachtungen von Rathke und Leuckart über die Entwicklung von *Nephelis*, *Clepsine* und *Hirudo* geht hervor, dass nach der Theilung des Dotters in wenige gleichgrosse Blastomeren sich von diesen grossen kleinere Blastomeren ablösen (wie bei den *Ctenophoren* und *Polycelis*) und die rasch sich vermehrenden kleinen Blastomeren eine Hülle um die langsam sich theilenden grossen bilden. Diese Hülle ist das Epiblast und wird zum Ektoderm, während die im Innern liegenden grössern Blastomeren schliesslich sich in die Endodermzellen verwandeln. An einem Ende des Körpers erscheint die Mundöffnung, in einigen Fällen (z. B. bei *Nephelis*) von einer erhabenen Lippe umgeben, wie bei Planarienembryonen, und damit geht der Embryo in das Gastrulastadium über. Der Körper verlängert sich nun und an der ventralen Seite tritt das Mesoblast auf als eine manchmal in zwei durch einen medianen Zwischenraum getrennte Längsbänder getheilte Zellenlage. Am vordern Ende des

Körpers entwickeln sich drei Paare von Segmentalorganen, welche nur eine Zeitlang bestehen und als Urnieren betrachtet worden sind. Das Mesoblast theilt sich darauf quer in die Anzahl von Somiten, aus denen schliesslich der Körper besteht; die Theilung tritt zuerst an der ventralen Körperseite auf. In jedem Segment entwickelt sich ein wahrscheinlich aus dem Epiblast herstammendes Ganglienpaar.

Bei den Blutegeln ist also die Segmentirung des Körpers das Resultat der Segmentirung des Mesoblasts, das zum Mesoderm des ausgebildeten Thieres wird. Diese Segmentirung des Mesoblasts und folglich auch des Mesoderms aber bildet den wichtigsten Unterschied zwischen dem Egel einerseits und den Turbellarien und Trematoden andrerseits. Auf der andern Seite besitzen die Egel in der Entwicklung eines Mesoblasts, das sich in Segmente theilt, den Grundcharakter aller der segmentirten Wirbellosen wie der borstentragenden *Anneliden* und der *Arthropoden*.

Die Oligochaeten.

Der Regenwurm (*Lumbricus*) und die Süsswasserwürmer (*Nais, Tubifex, Chaetogaster*), welche man unter diesem Namen begreift, sind in den wesentlichen Punkten ihres Baues und ihrer Entwicklung nahe mit den Egeln verwandt, so sehr sie sich auch in ihrer Lebensweise und im Aussehen von denselben unterscheiden.

Sie haben einen langgestreckten, runden, segmentirten Körper, welcher oft durch viele oberflächliche Quereinschnürungen in Ringe getheilt ist, die wie bei den Egeln zahlreicher als die eigentlichen Somiten sein können. Sie besitzen keine Gliedmassen, aber jedes Segment ist gewöhnlich mit zwei oder vier Gruppen längerer oder kürzerer Chitinborsten, die in Taschen des Integumentes stecken und sich entwickeln, versehen. Die äusserste Schicht des Ektoderms ist eine nicht winpernde Chitincuticula.

Der Mund liegt nahe am vordern Körperende, wird jedoch häufig noch an der dorsalen Seite von einem »Kopflappen« überragt. Der After befindet sich am entgegengesetzten Körperende, und der beide verbindende gestreckte Darmtractus, der vom Endoderm ausgekleidet ist, zerfällt gewöhnlich in einen Schlund-, einen Speiseröhren- und einen Gastrointestinal-Abschnitt, von denen der letztere oft seitlich mit kurzen Blindsäcken besetzt ist. Das Mesoderm enthält gut

entwickelte Ring-, Längs- und Dorsoventralmuskelfasern, wie bei den Egeln. Es wird von einer geräumigen Perivisceral- (Leibes-) Höhle durchzogen, die eine farblose, Blutkörperchen führende Flüssigkeit enthält und von dünnen musculösen Mesenterien, die vom Darm zur Körperwand ziehen und so die Leibeshöhle in zum Theil abgesonderte Kammern zerlegen, durchsetzt wird. Ferner ist ein System von Pseudhämalgefässen vorhanden, ähnlich wie bei den Egeln; dieselben besitzen contractile Wandungen und enthalten eine rothe Flüssigkeit ohne Körperchen. Ein Zusammenhang zwischen diesen Gefässen und der Leibeshöhle ist nicht nachgewiesen worden; doch kann wol kein Zweifel bestehen, dass die Ersteren, wie bei den Egeln, als ein besonders differenzirter Theil des allgemeinen Systems der Leibeshöhle zu betrachten sind.

In der Mehrzahl der Segmente finden sich, wie bei den *Hirudineen*, paarige Segmentalorgane; dieselben wimpern und münden mit ihren innern Enden in die Perivisceralkammer.

Das Nervensystem besteht aus präoralen oder Gehirn-Ganglien, welche sich nach hinten an der ventralen Seite des Körpers durch Commissuren zu beiden Seiten des Oesophagus in eine doppelte Kette von nahe aneinanderliegenden postoralen Ganglien fortsetzen. An der dorsalen Seite der Ganglien liegen im Neurilem grosse röhrenartige Fasern. Beim Regenwurm sind drei davon vorhanden — eine mediane und zwei laterale — und erstrecken sich durch die ganze Länge des Bauchstranges, jedoch nicht in die Schlundcommissuren hinein.[1]) Das Wesen dieser Gebilde ist unbekannt.

Die *Oligochaeten* sind zwittrig. Die Fortpflanzungsorgane liegen im vordern Theil des Körpers, die männlichen vor den weiblichen. Bei den im Wasser lebenden Formen (*Nais*, *Tubifex*) haben die Genitaldrüsen keine besondern Ausführungsgänge, sondern die Segmentalorgane der Segmente, in denen die Ersteren liegen, führen die Geschlechtsstoffe nach aussen. Bei den in der Erde lebenden Formen (*Lumbricus*) hängen die vasa deferentia mit den sehr grossen Hoden zusammen. Die Ovarien andrerseits sind kleine solide Körperchen, welche an einem der Mesenterien ansitzen, und die Oviducte sind besondere Schläuche mit trichterförmigen Mündungen, welche sich in den Hohlraum des Segments öffnen.

---

1) Claparède, »Histologische Untersuchungen über den Regenwurm«. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XIX. S. 563.

Bei *Nais* und *Chaetogaster* kommt eine ungeschlechtliche Vermehrung vor, durch Entwicklung der hintern Körpersegmente zu Zooiden, welche eine Zeitlang in Ketten zusammenhängen können, schliesslich aber sich loslösen und die Form des Mutterthieres annehmen. SCHULTZE hat beobachtet, dass, wenn eine *Nais* sich in ein vorderes und ein hinteres Zooid getheilt hat, das letzte Somit des Erstern sich allmählich vergrössert und in neue Somiten theilt, von denen das vorderste einen Kopf bildet. So entwickelt sich zwischen den bestehenden ein neues Zooid. Dieser Vorgang wiederholt sich in dem ursprünglich vorletzten, jetzt aber zum letzten des vordern Zooids gewordenen Somit, und so fort in dem vorletzten, wenn es auf dieselbe Weise wieder zum Endsomit geworden ist.

Da man den Regenwurm sehr leicht sich verschaffen kann, so dürfte eine eingehendere Darstellung der Hauptpunkte seiner Organisation zweckmässig sein.

Aeusserlich zeigt der Körper eines Regenwurmes (*Lumbricus terrestris*, *rubellus* oder *communis*) eine Anzahl dicht stehender Querfurchen, welche den Körper in zahlreiche schmale Ringe oder Segmente theilen.[1]) Das vorderste Segment ist klein und kegelförmig und besitzt an seiner untern Fläche eine Einsenkung, die Mundöffnung. Der After liegt am entgegengesetzten Körperende. Hinter dem Munde erreichen die Segmente rasch ihre durchschnittliche Grösse; beim ausgewachsenen Wurm ist jedoch ein Theil des Körpers, in den eine grössere oder geringere Zahl von Segmenten zwischen dem vierundzwanzigsten und dem sechsunddreissigsten incl. (29?—36, *L. terrestris*, 24—29? *L. rubellus*, 26—32 *L. communis*) eingehen, angeschwollen, anders gefärbt als der übrige Körper, mit mächtigen Hautdrüsen versehen und trägt den Namen »Gürtel« oder *Clitellum*.

In der dorsalen Medianlinie findet sich eine Reihe von kleinen Oeffnungen oder Poren, in jedem Segment mit Ausnahme der vordersten eine, welche in die Leibeshöhle führt, während an der ventralen Fläche des vordern Körperabschnittes die acht Oeffnungen der Fortpflanzungsorgane liegen. Von diesen sind vier, zwei an jeder Seite, zwischen dem neunten und zehnten und dem zehnten und elften Segment, die Mündungen der receptacula seminis oder

1 Die Frage, ob alle diese Segmente wirklich Somiten darstellen, mag offen bleiben. Die Entwicklungsgeschichte des Regenwurms spricht dafür.

Samentaschen. Die Mündungen der beiden Eileiter befinden sich im vierzehnten Segment, diejenigen der vasa deferentia im fünfzehnten. Ausser diesen besitzen alle Segmente mit Ausnahme der vordersten je ein Paar feiner Oeffnungen, die zu den Segmentalorganen gehören. Ferner sind sie von vier longitudinalen Doppelreihen von Borsten durchbrochen, welche über die Oberfläche des Integumentes ein wenig hervorragen und einen gewissen Widerstand darbieten, wenn man den Wurm vom Schwanz nach dem Kopf hin zwischen den Fingern hindurchzieht.

Der Körper ist von einer dünnen, durchsichtigen, aber dichten Cuticula bedeckt, welche von äusserst winzigen senkrechten Canälen durchsetzt wird. Unter derselben liegt eine dickere, aus netzförmigem, Kerne enthaltendem Protoplasma bestehende Schicht, deren Maschen von einer durchsichtigen, gallertigen Masse ausgefüllt sind. Diese Schicht stellt wahrscheinlich zugleich *Dermis* und *Epidermis* dar und wird als *Hypodermis* bezeichnet. Nach innen von ihr liegt eine starke Schicht von Ringmuskelbändern, in deren Lücken Pigmentkörnchen vorkommen; und noch weiter nach innen folgt eine viel mächtigere Schicht von Muskelfasern, welche der Länge nach angeordnet sind.

Der von dieser Längsmuskelschicht umschriebene Hohlraum ist von einer Art Bindegewebe ausgekleidet. Entsprechend den Abtheilungen zwischen je zwei Segmenten setzt sich (abgesehen von den vordersten Segmenten des Körpers) dies Bindegewebe quer gegen die Achse des Körpers fort und geht in das die Darmwand bildende über, indem es an der ventralen Seite einen Bogen über dem ventralen Nervenstrang und den denselben begleitenden Gefässen bildet. Im Innern eines jeden solchen Mesenterialseptums oder *Dissepimentes* sind radiäre und Ringmuskelfasern reichlich entwickelt; die erstern hängen aussen mit der oberflächlichen Schicht querer Muskeln zusammen.

Die Leibeshöhle ist auf diese Weise in fast ebensoviele Kammern getheilt, wie Segmente vorhanden sind; jede Kammer communicirt nach aussen direct durch den dorsalen Porus und indirect durch die Segmentalorgane, während durch die supraneuralen Bögen Flüssigkeit aus einer in die andere treten kann.

Die kurzen, gekrümmten Borsten springen viel stärker nach innen vor als nach aussen. Die freien Spitzen jedes Paares liegen nahe aneinander, während ihre innern Enden von einander diver-

giren. Jede Borste liegt in einer Tasche, in der sie sich entwickelt, und an die sich die Muskeln, welche die Borste vorstülpen, ansetzen. In jedem Somit sind acht Borsten vorhanden, ein Paar jederseits nicht weit von der ventralen Medianlinie und das andere Paar in derselben Querlinie, aber weiter nach aussen.

Der Mund führt in einen musculösen Schlund mit einem verhältnissmässig kleinen Hohlraum, der nach hinten bis ins siebente Segment reicht. Daran setzt sich eine enge, bis in das fünfzehnte oder sechzehnte Segment reichende Speiseröhre; dieselbe besitzt in der Gegend des zwölften und dreizehnten Segments drei Paar seitlicher drüsiger Divertikel, welche eine kalkartige Substanz enthalten[1]. Hinten mündet die Speiseröhre in einen Kropf, auf den etwa im sechzehnten Segment ein verdickter, musculöser Kaumagen folgt.

Darauf folgt der Dünndarm, der wie ein einfaches Rohr erscheint, aber in Wirklichkeit dadurch complicirt ist, dass sich längs der dorsalen Mittellinie seine Wand zu einer dicken Falte einschlägt, welche in den Hohlraum des Darms hineinragt und die sog. *Typhlosolis* bildet. Der Darm und die Typhlosolis sind von gelblich braunen Zellen ausgekleidet.

Die Segmentalorgane Fig. 52 sind stark gewundene Schläuche, welche an der Seite eines jeden Segmentes mit Ausnahme des ersten liegen und an dem hintern Dissepiment des Segments befestigt sind. Jeder Canal communicirt durch eine weitere trichterförmige Wimperöffnung (*a*) mit der Leibeshöhle und mündet nach aussen durch einen feinen, gewöhnlich nahe dem innern Borstenpaar gelegenen Porus (*e'*).

Eine farblose, zahlreiche farblose Körperchen enthaltende Flüssigkeit, die dem Blut andrer wirbelloser Thiere entspricht, erfüllt die Leibeshöhle; ausserdem aber ist noch eine tief rothe Flüssigkeit ohne Körperchen in einem mächtig entwickelten System von Pseudhämalgefässen vorhanden. Die Gefässe bestehen aus longitudinalen und transversalen Hauptstämmen und zahlreichen Aesten, welche von diesen ausgehen und sich in allen Körpertheilen mit Ausnahme der Cuticula und der Hypodermis verzweigen. Die Längsstämme sind folgende: ein Supraintestinalgefäss, das an der dor-

1 Ueber das Wesen dieser Substanz hat sich neuerdings E. Perrier, »Étude sur un genre nouveau des Lombriciens« Arch. de Zoologie expérimentale, 1873 ausgelassen.

salen Seite des Darmcanals verläuft, ein Subintestinalgefäss, das jenem ersteren entsprechend an der ventralen Seite liegt, und einem unter dem Ganglienstrange liegenden Subneuralgefäss. Das

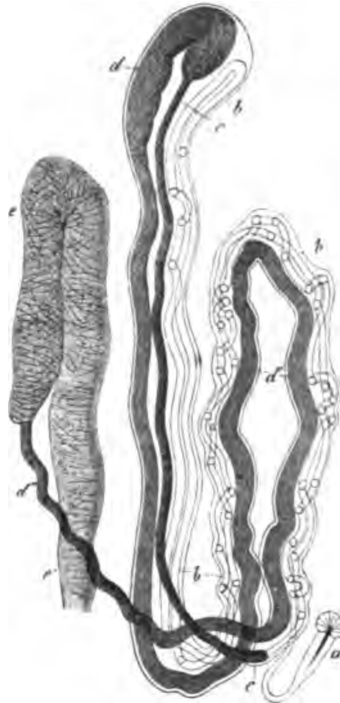


Fig. 52. — Ein Segmentalorgan von *Lumbricus*, mässig vergrössert. *a.* Innere Mündung. *b. b. b.* Heller, in zwei Doppelschleifen aufgereihter Canalabschnitt. *c. c.* Engerer Abschnitt mit Drüsenwänden. *d.* Erweiterter Theil, der in *d'* wieder enger wird und bei *d''* in den muskulösen Abschnitt *e* sich fortsetzt. *e'.* Aeussere Mündung.

Supraintestinal- und das Subintestinalgefäss sind in der grossen Mehrzahl der Segmente durch Paare von queren Commissuren verbunden, die den Darm umfassen und zahlreiche Aeste an diesen abgeben. Von dem Supraintestinal- und dem Subneuralgefäss treten Querstämme in die Dissepimente, verästeln sich in der Musculatur und anastomosiren theilweise so, dass sie eine zweite Reihe von Quercommissuren bilden. Der Subneural- und der Subintestinalstamm geben ferner Aeste zu jedem Segmentalorgan ab, auf denen diese sich verbreiten und durch Anastomosen abermals Verbindungen zwischen den Längsstämmen herstellen. In den sieben vordersten Segmenten lösen sich die Längsstämme in ein Netzwerk auf und

deutliche Quercommissuren sind nicht mehr vorhanden. Dahinter, in der Gegend des Fortpflanzungsapparates, sind die Commissuralgefässe stark erweitert und bilden fünf bis acht Paare von sogenannten »Herzen«, welcher an den Vorderflächen ebensovieler Dissepimente ansitzen. Dieselben contrahiren sich von der dorsalen zur ventralen Seite.

Das Nervensystem besteht aus zwei über dem Schlunde, im dritten Segment gelegenen Gehirnganglien, welche durch Commissurstränge mit den vordersten Ganglien der Kette verbunden sind, die sich durch die ganze Länge des Körpers an der ventralen Wand der Leibeshöhle hinzieht.

Augen sind nicht vorhanden, und auch andere specielle Sinnesorgane sind nicht bekannt.

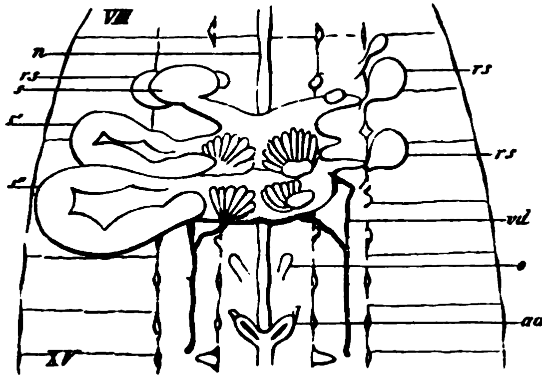


Fig. 53. — Geschlechtsorgane von *Lumbricus*. Der diese Organe enthaltende Körperabschnitt ist von oben her geöffnet und die Wände seitlich ausgebreitet dargestellt, das VIII—XVte Segment umfassend. *n.* Bauchganglienkette. *s. s'. s''.* Ausbuchtungen der Hoden. *vd.* Ausführungsgänge derselben. *o.* Eierstock. *ad.* Eileiter. *rs.* Receptaculum seminis. (Nach Hering.)

Der Regenwurm ist zwittrig. Die Hoden (Fig. 53, *s. s'. s''*) bestehen in zwei Paaren weiter Säcke, deren vorderes Paar zweilappig ist. Die gegenüberliegenden Hoden verbinden sich in einem gemeinschaftlichen, im zehnten und elften Segment gelegenen medianen Reservoir, aus dem jederseits die Ausführungsgänge entspringen. Die beiden Ausführungsgänge (*vd*) derselben Seite vereinigen sich zu einem einzigen vas deferens, und diese beiden vasa deferentia münden an der Bauchfläche des fünfzehnten Segmentes nach aussen. Die Eierstöcke (*o*) sind zwei kleine solide Körperchen von nur $1\frac{1}{2}$ mm. Länge, welche an der Hinterseite des das zwölfte und dreizehnte Segment tren-

nenden Dissepimentes ansitzen. Sie liegen also im dreizehnten Segment. Die Eileiter (*ad*) sind ganz von den Ovarien getrennt und besitzen innen weite trichterförmige, in der Höhle des dreizehnten Segmentes gelegene Oeffnungen. Von diesen trichterförmigen Enden setzen die Eileiter sich als dünne Röhren fort, treten durch das Dissepiment, welches das dreizehnte vom vierzehnten Segmente trennt, und münden an der Bauchfläche des letztern. Im zehnten und elften Segment liegen vier kuglige Spermatheken oder Samentaschen (*rs*), zwei an jeder Seite, und münden an der Bauchseite zwischen dem neunten und zehnten, resp. dem zehnten und elften Segment. Sie füllen sich bei der Copulation, während der die beiden Würmer durch eine zähe Absonderung ihrer Gürtel aneinander hängen sollen.

Ueber die Entwicklung der *Oligochaeten* hat in neuerer Zeit Kowalevsky sorgfältige Untersuchungen angestellt. Die Eier des Regenwurms werden in chitinigen Cocons oder Kapseln, die wahrscheinlich vom Gürtel abgesondert werden, abgelegt. Ausser den Eiern enthalten die Cocons eine eiweissartige Flüssigkeit und Bündel von Spermatozoen. Der Dotter ist von einer Membran umschlossen und enthält ein Keimbläschen und einen Keimfleck. Die Furchung ist total, und das Blastocoel reducirt sich schliesslich auf einen blossen Spalt. Die Blastomeren ordnen sich in zwei Schichten an, eine aus kleinen und eine aus grossen Blastomeren bestehende. Der so gebildete Embryo wird an der Seite, wo die grossen Blastomeren liegen, concav, bis er die Gestalt eines aussen bewimperten, an einem Ende mit einer Oeffnung, dem zukünftigen Munde, versehenen Sackes annimmt; der Hohlraum des Sackes ist der Urdarm und die Schicht von grossen Blastomeren das Hypoblast. Zwischen den beiden Körperschichten tritt eine Mesoblastschicht auf, doch ist die genauere Entstehungsweise derselben noch unbekannt. An einer Fläche des sackförmigen Embryos theilt sich das Mesoblast in eine Reihe quadratischer Platten, ähnlich den Urwirbeln eines Wirbelthierembryos, die symmetrisch zu beiden Seiten einer der spätern ventralen Medianlinie des Körpers entsprechenden medianen Linie angeordnet sind. Längs dieser Linie verdickt sich das Epiblast nach innen, und diese Verdickung verwandelt sich in die Ganglienkette. Gleichzeitig entsteht im Innern jeder quadratischen Mesoblastmasse ein Hohlraum, wodurch jene in eine Art Sack verwandelt werden. Die vordere und die hintere Wand je zweier auf einander

folgenden Säcke verwachsen nun und bilden die Dissepimente, während ihre Hohlräume zu den Kammern der Leibeshöhle werden. Die Segmentalorgane beginnen als Zellwucherungen an der Hinterfläche jedes Dissepiments und erhalten erst später einen Hohlraum und eine Oeffnung nach aussen.

Die Entwicklung des Regenwurms hat also grosse Aehnlichkeit mit derjenigen der *Hirudineen* und ganz besonders mit derjenigen des medicinischen Blutegels, bei welchem die Verdauungshöhle des Embryos wie beim Regenwurm durch einen Vorgang zu entstehen scheint, den man als Einstülpung auffassen kann. Die zuerst entstandene Oeffnung scheint der Mund zu sein, während der After durch einen secundären Durchbruch entsteht. Die Segmentirung des Körpers beginnt im Mesoblast.

Bei den Süsswasser-Oligochaeten, *Euaxes* und *Tubifex*, theilt sich der Dotter gleichfalls in grosse und kleine Blastomeren. Die letztern überwachsen die grössern und bilden das Epiblast (= Ektoderm). Es entwickelt sich ferner ein aus zwei breiten Längsbändern bestehendes Mesoblast (= Mesoderm), und die Mundhöhle soll durch Einstülpung des Epiblasts zwischen die Vorderenden der beiden Mesodermbänder entstehen. Danach wäre also bei dieser Gattung der Mund eine secundäre Bildung. Die innere Lage von grossen Blastomeren wird zum Hypoblast (= Endoderm) [1].

Die Polychaeten.

Abgesehen davon, dass die *Polychaeten* fast ausnahmslos diöcisch sind und im Meere leben, während die *Oligochaeten* monöcisch und Bewohner des Landes oder des süssen Wassers sind, giebt es eigentlich keinen durchgreifenden Charakter, welcher diese beiden Gruppen von einander schiede. Die niedersten Formen der *Polychaeten*, wie *Capitella* und *Polyophthalmus*, könnte man als marine diöcische Naiden betrachten. Bei den höhern *Polychaeten* jedoch entwickeln sich an jedem Segment des Körpers seitliche Fortsätze — die *Parapodien* oder »Fussstummel«, — welche gewöhnlich mit zahlreichen starken Borsten ausgerüstet sind; vor und über dem Munde befindet sich ein deutliches Kopfsegment, das *Prästomium*, und trägt

[1] A. Kowalevsky, »Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden«. — Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg, 1867.

Augen und Tentakeln, während die in der Nähe des Mundes gelegenen Parapodien in Form und Richtung besonders umgebildet sein können und Vorläufer der Kiefern der *Arthropoden* darstellen. Wimpernde, manchmal gefiederte Fortsätze der dorsalen Wand einer grössern oder geringern Anzahl von Segmenten stellen äussere »Kiemen« dar, und gelegentlich erheben sich auf der Rückenfläche flache, schildförmige Fortsätze, die sogenannten *Elytren*.

Nach der folgenden eingehenden Beschreibung einer sehr gemeinen *Polynoë*-Art wird man sich eine gute Vorstellung von einer polychaeten Annelide machen können, bei welcher der höchste in der Gruppe bekannte Grad von Complicirtheit der Organisation erreicht ist.

Polynoë squamata ist ein längliches, wurmförmiges Thier von etwa zwei bis drei Centimeter Länge. Sein Körper ist in eine Reihe von Abschnitten zerlegt, die einander meistentheils ähnlich und gleichwerthig sind, am vordern und hintern Ende jedoch eigenthümliche Modificationen darbieten. Jeder solcher Abschnitt wird als ein »*Somit*« bezeichnet, während man mit dem Ausdruck »Segment« besser im Allgemeinen einen Abschnitt des Körpers belegt, ohne damit auszusprechen, ob er einem oder vielen Somiten gleichwerthig sei. Der Körper der *Polynoë* ist also zusammengesetzt aus einer Reihe von sechs und zwanzig »Somiten«, welche vorn durch ein »Segment«, das *Praestomium* (»Kopflappen«, GRUBE), und hinten durch ein anderes, das *Pygidium*, welche beide bald einzelne Somiten darstellen, bald mehrere, abgeschlossen sind.

Untersucht man ein Somit aus der Mitte des Körpers (Fig. 54, C, D) für sich, so findet man, dass es in die Quere gezogen, nämlich etwa dreimal so breit wie lang, oben wie unten schwach convex und unten mit einer tiefen medianen Längsfurche versehen ist. Seitlich geht das Somit in zwei dicke Fortsätze, die »*Parapodien*« oder »Fussstummel«, aus.

Jedes Parapodium theilt sich an seinem freien Ende in zwei Theile, einen obern und einen untern, die man beziehungsweise als »*Notopodium*« (Fig. 54, *i*) und als »*Neuropodium*« (*k*) bezeichnen kann, indem das eine an der »haemalen« oder dorsalen, das andere an der »neuralen« oder ventralen Seite gelegen ist. Das Neuropodium ist bei dieser Art so viel grösser, dass das Notopodium nur als ein von der obern Fläche desselben hervorspringender Höcker erscheint. Bei andern *Anneliden* jedoch und auch im Jugendzustande von *Po-*

lynoë ist das Notopodium ebenso gross wie das Neuropodium. Beide Abtheilungen des Parapodiums sind mit eigenthümlichen steifen, haarartigen Anhängen (*g*) versehen, die aus Chitin bestehen und sich in Divertikeln des Integumentes, den *Trichophoren*, entwickeln, und mit ihrer Basis immer in diesen stecken bleiben. Diese Anhänge

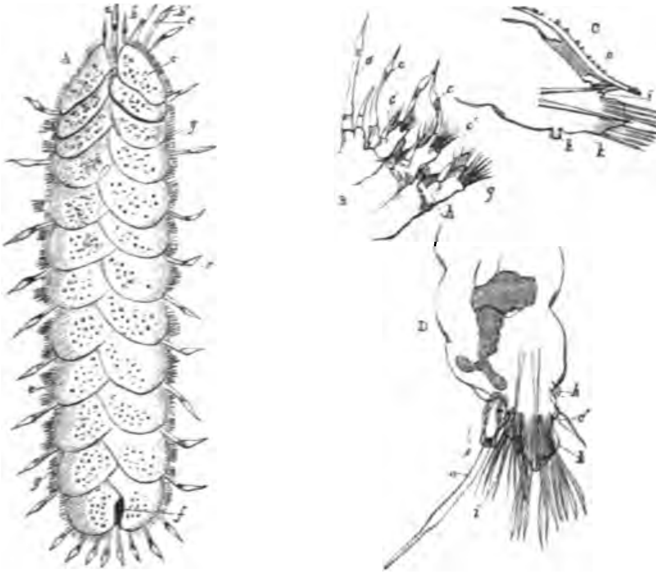


Fig. 54. — *Polynoë squamata.*
A. Von oben gesehen; vergrössert: *a. b. c* etc. wie in Fig. 56 B., *e.* Elytren; *f.* Raum zwischen den beiden hintersten Elytren; *g.* Borsten und Fimbrien der Elytren.
B. Hinterende von unten gesehen: *d.* Pygidialcirrhen; *h.* unterer Höcker; c. c'. Notopodial- und Neuropodialcirrhen.
C. Querschnitt durch die Hälfte eines Somits mit Elytren; *i.* Notopodium; *k.* Neuropodium.
D. Querschnitt durch die Hälfte eines Somits mit einem Cirrhus.

können durch Muskeln, welche sich an ihre Säcke ansetzen, hervorgestülpt und zurückgezogen werden, und sind ausserordentlich mannichfaltig gestaltet. Bei *Polynoë* allein sind drei verschiedene Arten zu beobachten. Das Notopodium und das Neuropodium tragen je ein scharfes, griffelartiges *Aciculum*, das zum grössten Theil in dem Parapodium und seinen Abtheilungen steckt und mit seiner Spitze aus der Mitte der letztern hervorragt. Das Aciculum des Neuropodiums ist sehr viel länger als das des Notopodiums.

Oben trägt das Notopodium zwei Reihen dünnerer Organe von ähnlicher Natur, die Borsten (*setae*): die proximale Reihe ist viel kürzer als die distale, aber selbst die letztere erreicht nur eine Länge von etwa $1\frac{1}{2}$ mm. (Fig. 55, G).

Die Borsten der proximalen Reihe sind, im Profil gesehen, etwa messerartig gestaltet: sie bestehen aus einem kurzen, geraden »Griff«, mit dem sie in ihren Säcken stecken, und einer dicken, runden, gebogenen, an ihrem Ende in eine feine Spitze auslaufenden »Klinge«. Ueber ihren vordern Umfang verlaufen dicht stehende, an ihren Kanten gezähnelte und schräg gegen die Oberfläche der Klinge geneigte Leisten, während der hintere Umfang frei bleibt. Die distalen Borsten (Fig. 55, G) sind ganz ähnlich gebaut, aber viel

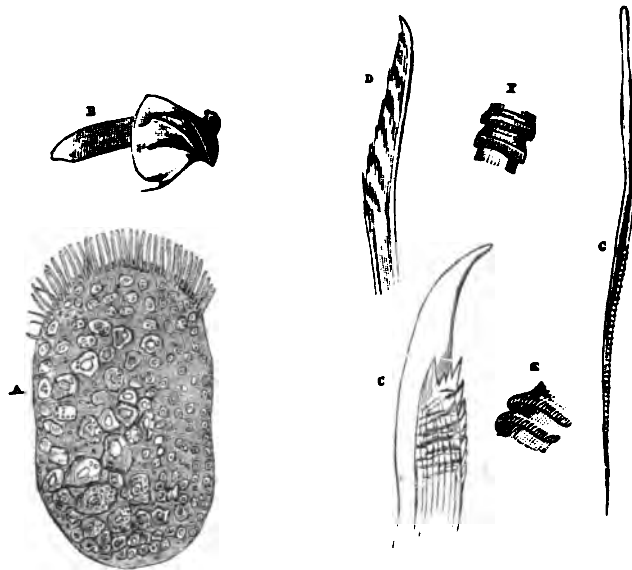


Fig. 55. — ***Polynoë squamata.***
A. Elytron von oben gesehen. B. ein Zahn. C. D. Neuropodialborsten. E. F. Theile der Klinge derselben, stärker vergrössert. G. freies Ende einer Notopodialborste.

länger und sehr dünn. Der Griff ist länger und die wenig gebogene, unter einem Winkel sich an den Griff ansetzende Klinge läuft am Ende in einen langen, feinen Faden aus. Die Basis der Klinge (E) ist mit unvollständigen Leisten besetzt, ähnlich denen der kurzen Borsten, doch gegen die Mitte hin (*F*) scheinen dieselben die Klinge gänzlich zu umfassen und nehmen das Aussehen dicht gedrängter concentrischer Schuppen an, ehe sie endlich auf dem Ende der Borste verschwinden.

Von dem Aciculum des Neuropodiums ist nur zu erwähnen, dass das Ende seines Trichophors wie eine Art Papille hervorragt,

die jedoch bei ausgewachsenen Exemplaren weniger deutlich ist; dieselbe theilt das Neuropodium in einen obern und einen untern Abschnitt, von denen der erstere etwa halb soviel Borsten trägt wie der letztere. Die Mündungen der Trichophore liegen zwischen lappenartigen Verlängerungen des Neuropodiums, die man nach GRUBE mit dem besondern Namen »Lippen« bezeichnet. Bei dieser Art bieten sie, abgesehen von ihrer Ungleichheit, keine bemerkenswerthen Eigenthümlichkeiten dar.

Die Borsten des Neuropodiums (Fig. 55, C. D) erscheinen auf den ersten Blick ganz anders als die Notopodialborsten, sind aber in Wahrheit wesentlich nach demselben Plan gebaut: nur ist die Klinge kurz, während der Griff verhältnissmässig lang ist. Die Klinge ist an ihrer Basis subcylindrisch, oben spitzig und schwach gebogen. An der proximalen Hälfte wird sie zu zwei Dritteln ihres Umfangs von acht bis neun Querleisten umfasst; die basalen Leisten sind schmal und bloss gesägt, nach der Spitze zu aber werden sie höher und die Zähnchen gehen in starke Zähne über; gleichzeitig zieht sich eine Seite der Leiste in eine starke Spitze aus.

An der untern Fläche des Parapodiums sitzt mit etwas verbreiterter Basis, mit welcher er articulirt, ein glatter, kegelförmiger, sehr biegsamer Faden, der *Neuropodial-Cirrhus* (Fig. 54, c'); derselbe erreicht kaum das Ende des Neuropodiums. Von der neuralen Fläche des Somits, nahe dem Parapodium, entspringt ferner ein kleiner birnförmiger Höcker (h), der durch Längsfurchen in etwa acht Segmente getheilt ist. Derselbe steht möglicher Weise zur Fortpflanzung in Beziehung.

Der Anhang des Notopodiums oder vielmehr der Notopodialseite des Parapodiums und des Somits ist verschieden je nach dem Somit, das man untersucht. An einigen Somiten ist dieser Anhang ein Cirrhus (Fig. 54, D, c), ähnlich dem Neuropodialcirrhus, aber viel grösser, etwa so lang wie der halbe Querdurchmesser des Körpers; er besitzt einen verbreiterten pigmentirten Ansatzknoten, mit dem der Faden des Cirrhus, der auf etwa zwei Drittel seiner Länge cylindrisch ist, dann anschwillt und plötzlich spitz ausläuft, articulirt.

An den andern Somiten ist der Notopodialanhang eine grosse, dünne, ovale Platte — das *Elytron* (Fig. 54. C, $c_{,}$). Es sitzt auf einem dicken Stiel und ist mit seiner langen Achse schräg nach aussen und hinten gerichtet. Die Oberfläche des Elytrons (Fig. 55, A) ist mit grössern oder kleinern höckerartigen Vorsprüngen bedeckt, die auf

ihrer Oberfläche gekörnelt und gerippt sind. Ein Theil des innern und des vordern Randes jedes Elytrons greift auf eine gewisse Strecke über den Rand der benachbarten über oder wird von diesen bedeckt, und bis soweit ist der Rand glatt, der übrige Theil aber ist mit groben bräunlichen Fäden oder Fransen (*Fimbriae*) umsäumt, welche ganz nahe am Rande an der Oberfläche sich erheben und augenscheinlich Auswüchse derselben Art wie die Höcker sind.

So ist eines der mittlern Somite von *Polynoë squamata* beschaffen. Die vordern und hintern, mit Ausnahme des ersten und zweiten, bieten nur geringe Unterschiede dar, so in den Grössenverhältnissen der Borsten oder in der Gestalt der Elytren. Das erste Somit, das den Mund enthält, ist das *Peristomium* (»Mundsegment«, Grube). Die Parapodien dieses Segments sind schmal und lang gestreckt (Fig. 56, B, C. *m*); sie sind an ihrem Ende undeutlich in ein rudimentäres Notopodium und Neuropodium getheilt und tragen ein Paar mächtiger Peristomialcirrhen (*c'*, *c*) (»cirrhes tentaculaires«, Audouin und Milne-Edwards, »Fühlercirrhen«, Grube) von dem gleichen Bau, wie die Notopodialcirrhen, welche sich zu den Seiten des Mundes nach vorn ausstrecken.

Etwas über der Theilungsstelle des Peristomial-Parapodiums ragt ein einziges kleines Aciculum hervor, von zwei gekrümmten Börstchen begleitet. Diese letzteren hat man in der Regel übersehen [1]; sie scheinen jedoch in sehr interessanter Weise Aufschluss über die Natur der Anhänge des Peristomialsegments zu geben.

Das zweite Somit unterscheidet sich von den übrigen nur durch die starke Verlängerung des Neuropodialcirrhus, der nach vorn gerichtet und an den Mund angelegt ist.

Das Peristomium und das Prästomium werden gewöhnlich unter der gemeinsamen Bezeichnung »Kopf« zusammengeworfen. Das Prästomium (Fig. 56, B, C, *l*) ist ein ovales, oben abgeplattetes, vor und über dem Munde stehendes Segment, das an seinen posterolateralen Rändern vier dunkle Flecken, die Augen, trägt und fünf cirrhenförmige Anhänge, zwei paarige und einen unpaaren medianen, besitzt. Der letztere (*a*) oder der *Prästomialtentakel* (»antenne médiane«, Milne-Edwards) ist ähnlich gebildet wie ein gewöhnlicher

1) Wenigstens in der Beschreibung der erwachsenen *Polynoë*. Sie werden jedoch von Max Müller in seiner trefflichen Abhandlung »Ueber die Entwicklung und Metamorphose der Polynoën« — Müllers Archiv f. Anat. u. Phys. 1851 — ausdrücklich erwähnt.

Cirrhus. Von den andern Anhängen gleicht der obere (*b*) an jeder Seite (der supero-laterale Prästomialcirrhus, »antenne mitoyenne«) gleichfalls einem gewöhnlichen Cirrhus; der untere (der infero-laterale Prästomialcirrhus, »antenne externe«) (*b'*) aber ist viel grösser und ausserordentlicher Verlängerung und Zusammenziehung [1]) fähig, während die gewöhnlichen Cirrhen nur biegsam erscheinen. So wahrscheinlich es auf den ersten Blick sein mag, so entsprechen

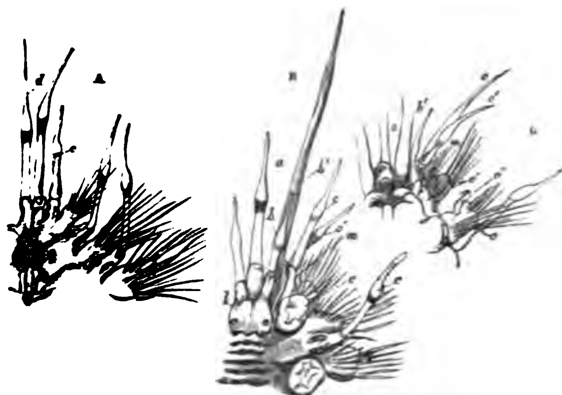


Fig. 56. — *Polynoë squamata.*
A. Hinterende, von oben: *c.* Notopodialcirrhus des letzten Somits; *d.* Pygidialcirrhen; *x.* After.
B. Vorderende, von oben: *a.* Prästomialtentakel; *b.* oberer und *b'.* unterer Prästomialcirrhus; *c, c'.* Notopodial- und Neuropodialcirrhen; *e.* Stiel des ersten Elytrons; *l.* Prästomium; *m.* Parapodium des Peristomiums.
C. Unteransicht des Vorderendes; Buchstaben wie oben.

doch nach Max Müllers Schilderung von der Entwicklung der Polynoë diese beiden Anhänge nicht wie die beiden Prästomialcirrhen, denen sie im Wesentlichen gleichen, den Notopodial- und Neuropodialcirrhen eines einzigen Parapodiums, da sie nämlich aus ganz gesonderten Theilen des Prästomiums entstehen. Es ist sehr wohl möglich, dass jeder den Anhang eines besondern Somits darstellt. In diesem Falle würde also das Prästomium aus mindestens zwei Somiten zusammengesetzt sein. Ob der Prästomialtentakel noch auf ein drittes hindeutet, oder ob er nur einen Anhang von der Art wie die Oberlippe oder das Rostrum eines Krebses darstellt, das lässt sich gegenwärtig nicht entscheiden.

Es ist höchst interessant zu sehen, dass mithin bei *Polynoë* wie

---

1) Eine Einstülpung, wie sie nach Audouin und Milne-Edwards vorkommen soll, habe ich nie beobachtet. (»Histoire du Littoral de la France«, p. 10. 1834.)

bei den *Arthropoden* der »Kopf« durch Umbildung einer Anzahl von Somiten entsteht, von denen einige vor, andere hinter dem Munde liegen. Die Bewegungen und der augenscheinlich äusserst hohe Grad von Empfindlichkeit der untern Prästomialcirrhen deutet offenbar darauf hin, dass sie, wie sie der Lage nach den Antennen entsprechen, auch die Functionen derselben ausüben.

Das hinterste Segment des Körpers, das *Pygidium* (Fig. 54, B, Fig. 56, A), ist schmal und theilt sich am Ende in zwei Träger für die Pygidialcirrhen (*d*), welche so lang sind wie die drei letzten Somiten und den Notopodialcirrhen an Gestalt und Structur gleichen. Sie sind gerade nach hinten gerichtet, fast einander und den Notopodialcirrhen des letzten Somits, die nach hinten und unten geschlagen sind (Fig. 56, A, *c*), parallel. Wahrscheinlich stellt das Pygidium ein einziges Somit dar.

Der After ist nicht endständig, wie bei vielen Anneliden, sondern liegt in der Mitte einer stark erhabenen Papille (Fig. 56, A, *x*), welche sich an der dorsalen Fläche des vorletzten Somits erhebt; seine Seiten laufen in etwa vierzehn Falten aus. Die Ränder der beiden letzten Elytren sind ausgeschnitten, so dass ein Raum über dem After frei bleibt (Fig. 56, A, *f*).

Notopodialcirrhen und Elytren finden sich nicht neben einander auf demselben Somit, und die Anordnung der elytrentragenden und der cirrhentragenden Somiten ist sehr eigenthümlich. Das erste oder Peristomialsomit trägt Cirrhen und ebenso das 3., 6., 8., 10., 12., 14., 16., 18., 20., 22., 24., 25. und 26., während das 2., 4., 5., 7., 9., 11., 13., 15., 17., 19., 21. und 23., also zwölf im Ganzen, je ein Paar Elytren tragen.

Bei keiner Annelide ist der Bau eines Somits complicirter als bei *Polynoë*, und es giebt nur sehr wenige Theile bei andern Anneliden, welche bei *Polynoë* nicht vorkommen. Das sorgfältige Studium dieser Art liefert uns daher eine fast vollständige Nomenclatur der äussern Organe für die ganze Gruppe. Die übrigen Annelidenformen unterscheiden sich von ihr hauptsächlich durch die grössere oder geringere Entwicklung und Umbildung der bisher beschriebenen Organe. Ein grosser Theil der *Polychaeten* besteht aus wie *Polynoë* freilebenden und beweglichen Thieren, welche sich nur selten röhrenförmige Wohnungen bauen und deshalb *Errantia* genannt werden; sie besitzen ein Prästomium, das gewöhnlich mit Augen und Fühlern ausgestattet ist, und haben viele Parapodien, die nicht

auf das Vorderende des Körpers beschränkt sind. Sehr allgemein haben sie einen mit Chitinzähnen bewaffneten Rüssel.

Die eigenthümliche Gattung *Tomopteris* ist eine durchsichtige pelagische Annelide mit zahlreichen Parapodien, deren jedes mit zwei dem Notopodium und Neuropodium entsprechenden Lappen endet, die jedoch nur in der Kopfregion mit Borsten, darunter zwei sehr langen, versehen sind.

Die sesshaften Anneliden (*Tubicola*) bauen sich Röhren, indem sie entweder Sand- und Muscheltheilchen zusammenkleben oder eine chitinartige oder kalkige schalenartige Substanz absondern, in welcher sie sitzen bleiben (z. B. *Protula*, Fig. 57). Das Prästomium ist klein oder fehlt; keine Form hat einen Rüssel; Cirrhen sind nicht vorhanden, und die Parapodien sind kurz oder rudimentär. Kiemen sind nur an den vordern Somiten entwickelt, und diese Letztern sind oftmals merklich von den übrigen verschieden.

Bei Einigen (*Serpulidae*) ist ein Tentakel vergrössert und sondert an seinem Ende eine schalenförmige Platte ab, welche als Deckel dient und sich über der Mündung der das Thier beherbergenden Kalkröhre schliesst, wenn das Thier sich zurückzieht. Das erweiterte Ende des Operculartentakels dient manchmal als Kammer, in welcher die Jungen ihre Entwicklung durchlaufen (Arten der Gattung *Spirorbis*).

Der Darmcanal der polychaeten *Anneliden* ist nur selten deutlich in einen Magen und einen Enddarm geschieden und ist fast immer ebenso lang wie der Körper, so dass er sich ohne Falten oder Windungen vom Vorder- bis zum Hinterende erstreckt; bei *Siphonostomum* (*Chloraema*), *Pectinaria* und andern jedoch ist er mehr oder minder stark gewunden. Er ist durch häutige Bänder oder vollständigere Mesenterien an der Wand jedes Somits befestigt und besitzt sehr häufig zwischen je zwei Mesenterien eine Erweiterung. Bei den meisten *Polychaeten* erhält der Darm auf diese Weise nur ein rosenkranzförmiges Aussehen; bei *Polynoë*, *Aphrodite*, *Sigalion* und deren Verwandten aber giebt er zu beiden Seiten lange Blindsäcke ab, welche, manchmal nach mehr oder minder starken Windungen an der Oberseite jedes Segments (Fig. 54, D) dicht unter oder selbst in den Kiemenanhängen, wo solche Organe bestehen, endigen.

Der vorderste Theil des Darmcanals ist bei vielen *Polychaeten*, in der That bei allen typischen *Errantia* so modificirt, dass er einen

gesonderten musculösen Schlund darstellt, dessen vorderer Wandabschnitt wie ein Handschuhfinger aus der Mundöffnung hervorgestülpt werden kann, während der hintere nachrückt, so dass da-

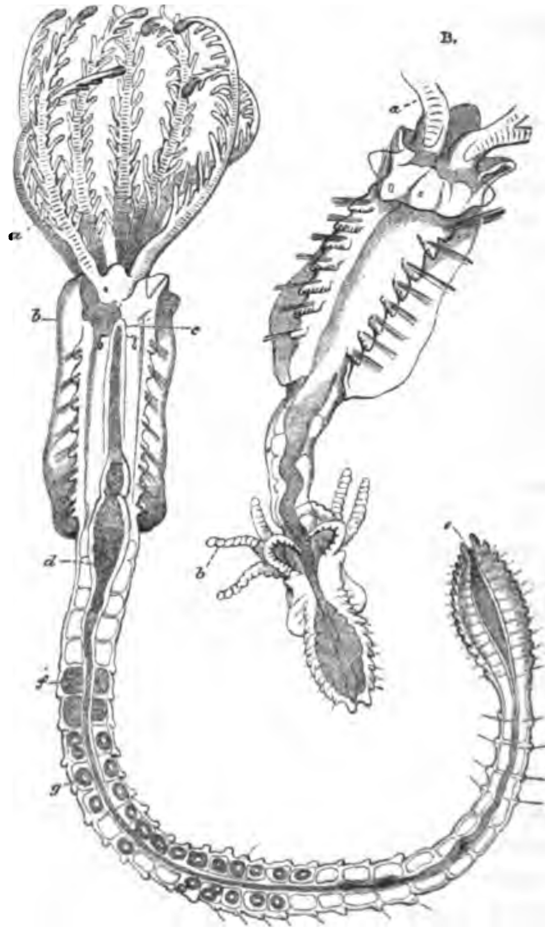


Fig. 57. — *Protula Dysteri.* — A. geschlechtsreifes Thier, aus seiner Kalkröhre hervorgezogen; *a.* Kiemenbüschel; *b.* kragenartige Erweiterung des vordern Körperendes; *c.* Mund; *d.* Magen; *e.* After; *f.* Hoden; *g.* Eier. B. eine *Protula* in Knospung; *b.* die Kiemen des Zooids.

durch eine Art Rüssel gebildet wird. Bei *Polynoë squamata* ist der Rüssel ein Viertel so lang wie der Körper, und seine Wandungen sind sehr dick und musculös. An seinem Vorderende ist er von einem Kranze kleiner Papillen umgeben, unmittelbar hinter denen

vier starke, spitze, gebogene Hornzähne in der musculösen Wand angebracht sind (Fig. 55, B). Jeder Zahn hat an seinem convexen Rande einen kleinen Vorsprung, der durch ein kurzes, starkes Band mit dem entsprechenden Vorsprunge eines andern Zahnes verbunden ist, und dies eine so verbundene Zahnpaar arbeitet senkrecht gegen das gegenüberliegende Paar. Bei *Nereis* sind neben winzigen accessorischen Zähnchen zwei mächtige Zähne vorhanden, welche sich horizontal bewegen. Bei *Syllis* läuft die Chitinauskleidung des Schlundes vorn in einen Kranz scharfer Zähne aus, und daneben findet sich ein viel stärkerer dreiseitiger medianer Zahn. Bei *Glycera*, welche ein Paar Zähne besitzt, ist das Ende des vorgestülpten Rüssels mit sehr merkwürdigen Papillen besetzt. Die complicirteste Anordnung der Zähne findet sich jedoch bei den *Euniciden*. Bei Eunice sind im Ganzen neun gesonderte Stücke vorhanden: zwei grosse, flache, mehr oder minder verkalkte, unten mit einander verbundene Theile und drei schneidende reissende Zähne an der rechten Seite, welche gegen vier auf der linken Seite greifen. Wie bereits erwähnt, besitzen die röhrenbauenden Anneliden weder Rüssel noch Zähne.

Eine besondere Leberdrüse scheint bei den Anneliden nicht vorzukommen, wenn nicht etwa die Darmblindsäcke diese Function haben, und die Gallenabsonderung wird unzweifelhaft von der Drüsenlage besorgt, welche sich eine grössere oder geringere Strecke in der Wand des Darmcanals hinzieht. Bei *Nereis* liegt an der Basis des Rüssels ein Paar von Drüsenblindsäcken, deren Function man nicht kennt.

Die zwischen dem Darm und der Körperwand gelegene allgemeine Leibeshöhle oder Periviseeralhöhle ist mit einer Flüssigkeit erfüllt, welche Körperchen enthält, die gewöhnlich, wie das bei den Wirbellosen die Regel ist, farblos sind. Bei *Glycera* jedoch und bei einer *Apneumea*-Art (nach Quatrefages) sind sie roth. Die Parapodien, die Cirrhen, die Kiemen und alle andern wichtigen Anhänge der Polychaeten enthalten einen mit der Leibeshöhle zusammenhängenden Hohlraum und sind daher gleichfalls mit Blut erfüllt. Die Circulation dieser Flüssigkeit wird theils durch die Contractionen des Körpers und seiner Anhänge bewirkt, theils durch Wimpern. mit denen in grösserer oder geringerer Ausdehnung die Wandungen der Periviseeralhöhle bedeckt sind.

Bei einer grossen Anzahl der *Polychaeten* ist kein Theil des Körpers besonders für die Ausübung der Athmungsfunction ange-

passt, indem die Oxydation des Blutes wahrscheinlich überall da stattfindet, wo das Integument dünn genug ist; und selbst wo gewöhnlich Kiemen vorhanden sind, können Mitglieder derselben Familie ihrer entbehren. Bei *Polynoë squamata*, wenigstens bei jungen Exemplaren, kann man an der dorsalen Seite der Parapodienbasis bewimperte Flecke beobachten, welche wohl Kiemen darstellen dürften. Bei einigen *Polynoë*-Arten erheben sich an den entsprechenden Stellen der Parapodien grosse, reich bewimperte, hammerförmige Höcker, in denen die Blindsäcke des Darmcanals endigen.

Bei *Sigalion* hängt eine fadenförmige, bewimperte Kieme am obern Theil des Somits unter dem Elytron, und ausserdem sind an der dorsalen Fläche der Parapodien und an den Seiten der vordern Somiten eigenthümliche bewimperte Plättchen angebracht. Die bestentwickelten Kiemen besitzen aber die *Amphinomiden* und *Euniciden* unter den *Errantien*, die *Terebelliden* und *Serpuliden* unter den *Tubicolen*. Bei den beiden erstgenannten Familien bestehen die Kiemen aus bewimperten, verästelten Büscheln, welche an der dorsalen Fläche einer grössern oder geringern Anzahl von Somiten sitzen. Bei den letztgenannten Familien (Fig. 57) sind sie ausschliesslich an den vordersten Körpersegmenten angebracht und besitzen die Form zweier grossen Büschel, deren jeder aus einem Hauptstamm mit vielen Seitenästen besteht. Der Stamm wird von einer Art von innerem Skelet von knorpliger Consistenz, das Fortsätze in die Seitenäste abgiebt, gestützt.

Ich bin nicht im Stande gewesen, bei *Polynoë squamata* Pseudhämalgefässe zu finden, und da auch CLAPAREDE [1]) bei der durchsichtigen *Polynoë lunulata* keine hat entdecken können, so darf man wol annehmen, dass sie nicht existiren. CLAPAREDE spricht sie in der That der ganzen Familie der *Aphroditen* ab.

Wo ein Pseudhämalsystem vorkommt, ist es in der Anordnung seiner Hauptstämme sehr mannichfaltig; dieselben bestehen jedoch meistens (Fig. 58) aus einem oder zwei dorsalen (*d*) und ventralen (*v*) Hauptlängsstämmen, die in jedem Somit durch Queräste verbunden sind. Wo Kiemen (*br*) vorhanden sind, treten von einem dieser grossen Stämme Schleifen oder Fortsätze (*a*, *b*) in dieselben ein. Die dorsalen und die ventralen Stämme sind meistens rhythmisch contractil, und

1) E. CLAPAREDE, »Annélides chetopodes du Golfe de Naples«, 1868. p. 65.

contractile Erweiterungen an der Basis der Kiemen (*Eunice*), in Abschnitten der Seitenstämme (*Arenicola*) oder in den Gefässen, welche den Rüssel versorgen (*Eunice*, *Nereis*), haben den Namen »Herzen«

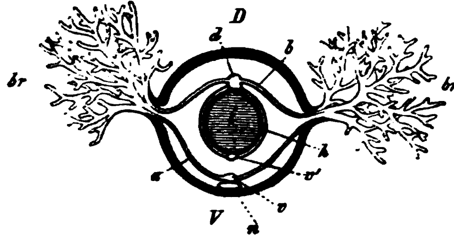


Fig. 56. — Schematischer Querschnitt durch die hintere Körperhälfte von *Arenicola* zur Darstellung des Verhaltens der Gefässe. *D.* Rücken-, *V.* Bauchseite; *n.* Bauchmark; *i.* Darmhöhle; *br.* Kiemen; *v.* Bauchgefässstamm; *a, b.* Kiemengefässe; *d.* Rückengefässstamm; *h.* den Darmcanal umfassender Ast; *v'.* ventrales Darmgefäss.

erhalten. Die Contractionsrichtung ist gewöhnlich eine solche, dass das Blut in dem dorsalen Gefäss von hinten nach vorne und in dem ventralen Gefäss in der umgekehrten Richtung strömt; die Bewegung in den Seitenzweigen ist jedoch wahrscheinlich sehr unregelmässig. Bei *Chloraema*, wo selbst die kleinsten Verzweigungen der Gefässe contractil sind, habe ich blinde Aeste, in denen die Flüssigkeit nur hin- und herströmte, in die Leibeshöhle hineinhängen sehen. Verästelte Blindschläuche ähnlicher Art scheinen bei den Oligochaetengattungen *Euaxes* und *Lumbriculus* vorzukommen. Die Hauptstämme geben eine grosse Anzahl von Aesten ab, welche sich bei einigen Anneliden (*Eunice*) sehr fein verzweigen und Wundernetze erzeugen können (*Nereis*); bei vielen jedoch (z. B. *Protula*) sind kaum irgendwelche Aeste und keine feinen Capillarverzweigungen vorhanden.

Segmentalorgane hat man bei vielen *Polychaeten* noch nicht gefunden, und bei andern scheinen sie durch blosse Oeffnungen in der Körperwand vertreten zu sein. Bei *Phyllodoce viridis* habe ich kurze wimpernde Canäle beobachtet, die an der Bauchfläche an der Basis der Parapodien ausmündeten, und von ähnlichen Organen finden sich Andeutungen bei *Syllis vittata*. Claparède und Ehlers haben jedoch bei vielen Polychaeten auch echte Segmentalorgane gefunden. In einigen Fällen sind die Wandungen dick und drüsig, und die Organe functioniren hier wahrscheinlich als Nieren. Ausserdem spielen sie häufig die Rolle von Ei- und Samenleitern. Ob der längs der ventralen Seite des Darms hinziehende Flimmercanal, den

ich bei *Protula* beschrieben habe, ein Gebilde der gleichen Art ist oder nicht, weiss ich nicht zu sagen.

Das Nervensystem der *Polychaeten* (Fig. 59) besteht gewöhnlich aus einer Ganglienkette — einem Paar in jedem Somit. Die Ganglien derselben sind durch Längs- und Quercommissuren verbunden, welche zwischen den Gehirnganglien und dem nächsten Paare auseinanderweichen und den Oesophagus hindurchtreten lassen. Die wichtigsten Unterschiede, welche im Nervensystem der Polychaeten vorkommen, sind die Folge der wechselnden Länge der Quercommissuren. Bei *Vermilia*, *Serpula*, *Sabella* sind diese Commissuren sehr lang, so

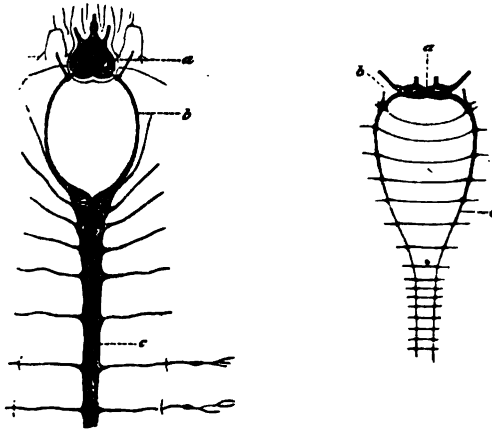


Fig. 59. — A. Vorderende des Nervensystems von *Polynoë squamata* (nach QUATREFAGES): *a*. Gehirnganglien; *b*. Schlundcommissuren; *c*. Längscommissuren der Bauchganglien.
B. Vorderende des Nervensystems von *Sabella flabellata* (nach QUATREFAGES). Bedeutung der Buchstaben wie bei A. Die Ganglien der beiden Seiten sind durch lange Quercommissuren verbunden.

dass zwei gesonderte Ganglienreihen durch den Körper zu laufen scheinen, während bei *Nephthys* die beiden Ganglienreihen zu einem einzigen, stellenweise anschwellenden Strange verschmolzen erscheinen. Alle Uebergangszustände finden sich bei *Terebella*, *Aonia*, *Glycera*. *Phyllodoce* und *Aphrodite*. Bei den meisten Polychaeten versorgt ferner eine ausgedehnte Reihe von Visceralnerven den Darmcanal.

Die nachweisbaren Sinnesorgane der *Anneliden* sind Augen und Gehörbläschen. Die ersteren sind meistens sehr einfach: sie bestehen aus einer von Pigment umgebenen Ausbreitung des Sehnerven und sind gelegentlich, jedoch nicht ausnahmslos, mit durchsichtigen

Kugeln oder Kegeln ausgestattet. *Alciope* und *Torrea* haben sehr wohl entwickelte, grosse Augen. Gewöhnlich sind die Augen auf das vordere Körperende und das Prästom, wo ein solches besteht, beschränkt; bei der eigenthümlichen Gattung *Polyophthalmus* hat jedoch QUATREFAGES ausser den gewöhnlichen Kopfaugen eine doppelte Reihe von weiteren Sehorganen, ein Paar an jedem Somit, entdeckt. Bei *Branchiomma* stehen die Augen an der Spitze der Kiemenbüschel. EHRENBERG hat bei *Amphicora* zwei Schwanzaugen beschrieben, und QUATREFAGES hat nachgewiesen, dass ähnlich stehende Augen noch bei drei andern *Polychaeten*-Arten vorkommen, von denen zwei mit *Amphicora* nahe verwandt sind, während die dritte eine aberrante, zu *Lumbriconereis* in Beziehung stehende Form ist. Diese merkwürdigen Würmer sollen mit dem Schwanzende voran schwimmen.

Gehörbläschen mit vielen Otolithen hat man zu den Seiten des Schlundringes bei *Arenicola* beobachtet, und ähnliche Organe kommen auch bei andern *Tubicolen* vor; bei den *Errantien* dagegen hat man bis jetzt ihre Existenz nicht sicher feststellen können.

Die Geschlechtsorgane der polychaeten Anneliden sind äusserst einfach in ihrem Bau; bei den meisten kann man von besondern Fortpflanzungs-Organen eigentlich kaum reden, da die Geschlechtsstoffe sich einfach an irgend einer Stelle der Wand der Leibeshöhle entwickeln, darauf in diese hineingerathen und in einer bis jetzt noch nicht ganz klaren Weise austreten, wahrscheinlich jedoch durch vorübergehende oder bleibende Oeffnungen an der Basis der Parapodien. Bei Vielen scheinen die Segmentalorgane als Ausführungsgänge zu dienen. In der Regel sind die polychaeten Anneliden diöcisch: einige (z. B. *Protula*, Fig. 57) jedoch sind zwittrig. Die Eier durchlaufen bei einigen Arten der Gattung *Eunice* ihre Entwicklung im Körper des Mutterthieres, bei *Exogone* in gewissen am Körper ansitzenden Taschen, bei *Protula* in Massen eines gallertigen Stoffes, welcher an den Wohnröhren des Thieres anklebt, bei *Polynoë cirrhata* unter den Elytren, bei einigen *Spirorbis*-Arten im Hohlraum des Operculartentakels, während in andern Fällen fast unmittelbar freischwimmende bewimperte Embryonen daraus hervorgehen.

Der Dotter furcht und verwandelt sich wie bei den *Oligochaeten* und *Hirudineen* in Blastomeren von zweierlei Art. Dieser Unterschied zwischen den beiden Bestandtheilen des Embryos beginnt bereits mit der Zweitheilung des Dotters, indem nämlich die erste Furche gewöhnlich so liegt, dass sie den Dotter in zwei ungleiche

primären Zooiden geschlechtslos, und erst die secundären, welche auch eine etwas andere Gestalt haben, erzeugen Eier und Spermatozoen.

Bei einigen Arten der Gattung *Nereis* nimmt der Wurm, nachdem sich seine Geschlechtsorgane entwickelt haben, die Charaktere einer Form an, welche man früher als eine besondere Gattung *Heteronereis* beschrieben hatte; man hat sogar die Männchen und Weibchen derselben *Nereis*-Art für verschiedene *Heteronereis*-Arten gehalten.[1]

Die von den *Turbellarien*, *Hirudineen*, *Oligochaeten* und *Polychaeten* vertretene Formenreihe giebt uns ein Bild von der Art und Weise, wie ein Organisationstypus, der in seinem einfachsten Zustande nur wenig höher als eine Gastrula steht, in einen solchen übergeht, bei dem der Körper in viele mit je einem Paar von Anhängen oder rudimentären Gliedmassen versehene Segmente zerfällt.

Die Segmentirung oder reihenweise Wiederholung homologer Somiten erstreckt sich bei den höheren dieser »Annulosa« auf das Nervensystem und mehr oder minder auch auf das Gefässsystem und die Fortpflanzungsorgane. Von ihnen aus führt uns eine weitere Ausbreitung desselben Segmentirungsvorganges, mit reicherer Entwicklung der Anhänge und vollkommnerer Ausbildung einiger derselben als Kauwerkzeuge zu den *Arthropoden*.

Die Gephyreen.

Die *Gephyreen* sind marine wurmförmige Thiere ohne deutliche äussere Segmentirung und Parapodien. Das Ektoderm hat eine chitinige Cuticula und ist oft mit Höckern, Haken oder Chitinborsten (*Echiurus*, *Sternaspis*) ausgestattet. Ein Kalkskelet findet sich bei den *Gephyreen* nirgends. Das Integument enthält häufig zahlreiche einfache Drüsen, deren Oeffnungen die Cuticula durchbohren. Bei einer Gattung (*Sternaspis*[2]) sind auf dem hintern Theil der ventralen Körperfläche zwei von Borsten umsäumte schildförmige Platten vorhanden. Unter dem Ektoderm liegen äussere Ring- und innere Längsmuskelfasern; dazu kann noch eine innere Ringmuskelschicht kommen. Das Mundende des Körpers kann die Gestalt eines zurück-

1) Ehlers, »Die Gattung *Heteronereis*« — Göttinger Nachrichten 1867.

2) deren Gephyreen-Natur übrigens sehr zweifelhaft ist. D. Uebers.

ziehbaren Rüssels (*Priapulus*) haben oder mit tentakelartigen Anhängen versehen sein. Diese können in einem Kreise um den Mund stehen und kurz (*Sipunculus* Fig. 62. I. T) oder lang (*Phoronis*) sein, oder es kann ein einziger langer, manchmal gegabelter und bewimperter tentakelartiger Anhang (*Bonellia* Fig. 61. s. p) vorhanden sein. Fadenförmige Anhänge, wahrscheinlich Kiemen sind bei *Sternaspis* und *Priapulus* am Hinterende des Körpers angebracht. Das Endoderm ist gewöhnlich überall bewimpert. Der Darm ist bei einigen Gattungen gestreckt, bei *Sipunculus* Fig. 62. I. a, *Phascolosoma*, *Bonellia* Fig. 61. i u. a. dagegen um sich selbst gewunden und mündet dann in der Mitte des Körpers. Bei *Phoronis* liegt der After dicht neben dem Munde. Die Leibeshöhle ist geräumig und nicht von Dissepimenten durchbrochen; in einigen Fällen (*Priapulus*, *Sipunculus*) mündet sie durch einen endständigen Porus nach aussen. Bei *Echiurus*, *Bonellia* und *Thalassema* mündet ein Paar von schlauchförmigen, bisweilen verästelten Organen Fig. 61. *g*, die innen bewimpert sind und durch wimpernde Oeffnung mit der Leibeshöhle in Verbindung stehen, in das Rectum. Sie dürften die Wassergefässe der *Rotiferen* und die Wasserlungen der *Holothurien* darstellen.



Fig. 61. — *Bonellia viridis*. — Der Rüssel des Thieres ist in mehrere Windungen gelegt, so dass er nicht vollkommen sichtbar ist. *p.* Vorderende des Rüssels; *s, s.* Rüsselrinne; *i, i.* Darmcanal; *m.* Mesenterialfäden (nur am vorderen Theile des Darmes gezeichnet); *g.* Excretionsorgane; *c.* Cloake; *u.* Uterus. (Nach Lacaze-Duthiers.)

Ein Pseudhämalsystem ist bei den meisten *Gephyreen* (*Sipunculus*, *Sternaspis*, *Bonellia*, *Echiurus* und *Phoronis*) vorhanden und besteht, wo es vollständig entwickelt ist, aus zwei Längsstämmen, einem dorsalen oder supraintestinalen und einem ventralen, welche am Ende und an den Seiten mit einander in Verbindung treten. Die Pseudhämalflüssigkeit ist bei den meisten Formen farblos oder kann eine blassröthliche Färbung haben. Bei *Phoronis* enthält sie rothe Körperchen. Bei *Sipunculus* communicirt der Hohlraum der Tentakeln mit einem Ringgefäss, das mit blinden Anhängen versehen ist; dies Ringgefäss soll in die Pseudhämalgefässe münden.

Das Nervensystem besteht aus einem den Schlund umgebenden Ring, von dem ein einfacher oder mit Ganglienanschwellungen versehener Strang (Fig. 62, *n*) in der ventralen Medianlinie unter Abgabe seitlicher Aeste nach hinten zieht. Der ventrale Strang enthält einen centralen Canal, und der Ring trägt gewöhnlich eine gehirnartige Ganglienanschwellung. Manchmal sind mit dem Gehirnganglion rudimentäre Augen verbunden.

Die Geschlechter sind getrennt. Die Fortpflanzungselemente entwickeln sich entweder an der Wand der Leibeshöhle oder in ein-

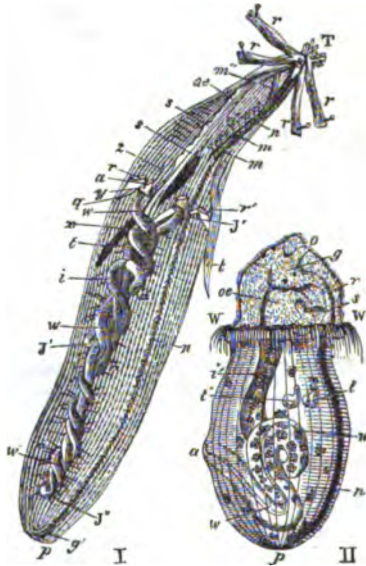


Fig. 62. — ***Sipunculus nudus*** (nach KEFERSTEIN und EHLERS).
I. Das Thier durch einen Längsschnitt geöffnet. 1/3 n. Gr. *T.* Tentakeln; *r.* die vier Rückziehmuskeln des Rüssels; *r'.* die Stellen, wo diese sich an die Körperwand ansetzen; *oe.* Speiseröhre; *i.* Darm; *a.* After; *J, J'.* Schlingen des Darms; *x. y.* Anhänge des Rectums; *s.* Spindelmuskel; *w.* Wimperfurche an der Innenseite des Darms; *q.* Aftermuskeln; *u.* Blindschläuche des Pseudhämalsystems; *t.* die zu beiden Seiten des Nervenstranges mündenden braunen Schläuche, gewöhnlich als Hoden betrachtet; *p.* Porus am Hinterende des Körpers; *n.* Nervenstrang, der dicht am Munde mit einer gelappten Ganglienmasse endigt und hinten eine Anschwellung, *g'*, besitzt; *m, m', m''.* den Nervenstrang begleitende Muskeln.
II. Eine *Sipunculus*-Larve von etwa 2 mm. Länge. — *o.* Mund; *oe.* Speiseröhre; *s.* »hodensackförmiges Organ«; *i.* Darm mit Massen von fetthaltigen Zellen; *a.* After; *w.* Wimperfurche des Darms; *g.* Gehirn mit zwei Paaren rother Augenflecke; *n.* Nervenstrang; *p.* Porus; *t, t.* sog. Hoden; *W, W.* Wimperkranz.

fachen blinden Drüsen. Bei *Sipunculus* schwimmen die Eier und Spermatozoen frei in der Leibeshöhle.

Der frei bewegliche *Sipunculus*-Embryo (Fig. 62, II) besitzt unmittelbar hinter dem Munde einen Wimperkranz (*W, W*) und ähnelt einem Rotifer oder einer mesotrochen Annelidenlarve. Im Laufe der

Entwicklung verliert er diesen Apparat und geht allmählich in die fertige Form über. Bei *Phoronis* ist der Embryo gleichfalls mesotroch, hat aber zwei Wimperschnüre, eine ringförmige um den After und eine zweite unmittelbar hinter dem Munde. Die letztere ist in zahlreiche tentakelförmige Lappen ausgezogen und umsäumt den freien Rand eines breiten concaven Lappens der dorsalen Körperseite, der sich über den Mund herüberwölbt. In diesem Zustande heisst der Embryo *Actinotrocha*.[1] Eine Einstülpung des ventralen Integuments der Larve verbindet sich mit der Mitte des Darms und zieht darauf, indem sie sich wieder ausstülpt, den Darm in Form einer Schlinge in den so gebildeten ventralen Fortsatz, aus dem der Körper der *Phoronis* hervorgeht, während die Tentakeln der Larven in diejenigen des fertigen Thieres auswachsen. Nach SCHNEIDERS Vermuthung ist die glockenförmige, mit langen Borsten ausgestattete Larve, welche von MÜLLER als *Mitraria* benannt ist, der Embryo von *Sternaspis*.[2]

Die Verwandtschaft der *Gephyreen* mit den *Turbellarien*, den *Anneliden* und den *Rotiferen* ist unverkennbar. Es ist in der That zweifelhaft, ob man die *Sternaspis* nicht zu den *Polychaeten* stellen sollte, und *Bonellia* ist in vieler Hinsicht einem kolossalen Rotifer zu vergleichen. Ihre gewöhnlich angenommene Verbindung mit den *Echinodermen* ist fraglicher. Den Ringcanal, der bei *Sipunculus* mit den Tentakelhohlräumen communicirt, hat man dem Wassergefäss der *Echinodermen* verglichen; allein man kennt seine Entwicklung noch nicht genau genug, um eine Meinung darüber aussprechen zu können. KROHN hat ein zweilappiges (»hodensackförmiges«) Organ an der ventralen Seite des Oesophagus der *Sipunculus*-Larve beschrieben, das durch einen engen wimpernden Gang vor dem Wimperkranze nach aussen mündet (Fig. 62, II, *s*).[3] Es hat eine auffallende Aehnlichkeit mit dem »Wassergefäss« der *Balanoglossus*-Larve, das jedoch an der entgegengesetzten Seite des Körpers liegt.

1) SCHNEIDER, »Ueber die Metamorphose der *Actinotrocha branchiata*. — Arch. f. Anat. u. Physiol. 1862. METSCHNIKOFF, »Ueber die Metamorphose einiger Seethiere. III. *Actinotrocha*«. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXI, S. 244.

2) Nach METSCHNIKOFF, »Ueber die Metamorphose einiger Seethiere, III. *Mitraria*« Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXI, S. 233, ist *Mitraria* die Larve einer Annelide aus der Familie der *Clymeniden*. Der Uebers.

3) KROHN, »Ueber die Larve des Sipunculus nudus«. — Archiv f. Anat. u. Physiol. 1851.

Capitel VI.

Die Arthropoden.

Die Segmentirung des Körpers, d. h. der Zerfall desselben in eine Reihe von mit je einem Paar von seitlichen Anhängen versehenen Somiten, welche einen so charakteristischen Zug der höhern Anneliden bildete, tritt in noch höherem Grade bei den *Arthropoden* hervor. Bei diesen Thieren sind ausserdem gewöhnlich auch noch die Anhänge in Segmente getheilt und ein oder mehrere Paare dieser Anhänge, die in der Nähe des Mundes stehen, in Gestalt und Lagerung so modificirt, dass sie als Kauwerkzeuge dienen können. Segmentalorgane, wenigstens in der den Anneliden eigenen Form, fehlen bei den *Arthropoden* und besitzen weder im embryonalen noch im ausgebildeten Zustande je Wimpern.

Die Dotterfurchung kann total oder partiell sein, aber aus keinem bekannten Arthropodenei geht eine blasenförmige Morula hervor, und ebensowenig bildet sich gewöhnlich die Darmhöhle durch Einstülpung [1]. Die genauere Bildungsweise des Mesoblasts hat man noch nicht verfolgt; die Leibeshöhle scheint sich jedoch immer durch Spaltung desselben zu entwickeln, ist also ein Schizocoel.

Wie bei den Anneliden ist die Segmentirung des Körpers die Folge der Theilung des Mesoblasts durch Quereinschnürungen in *Protosomiten*. Höchst wahrscheinlich entsteht auch die Ganglienkette durch eine Einstülpung des Epiblasts.

---

1) Nach den neueren Beobachtungen von BOBRETZKY über die Entwicklung von *Oniscus* und *Astacus* (HOFMANN und SCHWALBE, »Jahresberichte«, Bd. II. 1875) entsteht jedoch das Hypoblast durch eine Art von modificirter Einstülpung des primitiven Blastoderms. Auch bei andern Arthropoden finden sich Andeutungen von einem ähnlichen Vorgange.

Zuerst legt sich die neurale Seite des Embryos an. Dieselbe läuft an ihrem vordern Ende in zwei rundliche Erweiterungen — die Scheitellappen (*lobi procephalici*) — aus, welche sich in die Seiten und die Vorderfläche des Kopfes verwandeln. Die Anhänge entwickeln sich als paarige Anhänge an der Neuralseite jedes Somits und sind anfangs immer, mag auch ihre schliessliche Form noch so verschieden sein, einfache knospenartige Fortsätze. Sehr allgemein bildet eine breite Verlängerung des Sternums des Somits, das vor dem Munde liegt, eine Oberlippe oder *labrum*, während eine ähnliche, aber oftmals gespaltene mediane Erhebung hinter dem Munde zum *Metastoma* wird.

Bei vielen Arthropoden wächst die Hämal- oder Tergalseite des Körpers in seitliche Fortsätze aus, welche entweder fest oder mehr oder minder beweglich sein können. Gebilde dieser Art sind die seitlichen Verlängerungen des Panzers bei den *Crustaceen* und die Flügel der *Insecten*.

Bei einer Anzahl von Insecten aus verschiedenen Ordnungen entwickelt sich aus dem extraneuralen Theile des Blastoderms durch einen ähnlichen Vorgang wie bei der Bildung des Amnions der höhern Wirbelthiere eine Amnionhülle.

Bei allen höhern Arthropoden verwachsen eine gewisse Anzahl der das Vorderende des Körpers ausmachenden Somiten und bilden einen vom übrigen Körper gesonderten »Kopf«. Die zu diesem zusammengeflossenen Somiten gehörigen Anhänge unterliegen merkwürdigen Umgestaltungen, durch die sie sich in Organe der höhern Sinne und in Kiefer verwandeln. In vielen Fällen differenziren sich die Somiten des mittlern und hintern Körperabschnittes in ähnlicher Weise zu Gruppen von polysomitischen Segmenten, welche dann den Namen *Thorax* und *Abdomen* erhalten. Die an der Bildung dieser Gruppen betheiligten Somiten können entweder gesondert bleiben oder verschmelzen. Die Tergalerweiterungen der Somiten des Kopfes oder auch des Kopfes und des Thorax können die Gestalt eines breiten Schildes oder Panzers annehmen. Dieser kann entweder ein zusammenhängendes Ganzes bilden (z. B. *Apus*, *Astacus*) oder seine beiden Hälften können durch ein medianes Angelgelenk beweglich mit einander verbunden sein wie eine Muschelschale (*Cypris*, *Limnadia*), oder es können endlich die Tergalfortsätze jeder Seite von einander getrennt und an ihren betreffenden Somiten frei beweglich bleiben (Flügel der Insecten).

Am Kopf oder am Thorax oder an beiden sind immer Gliedmassen oder der freien Bewegung fähige Anhänge angebracht[1]. In der Abdominalgegend können sie vorhanden sein oder fehlen. Bei den ausgebildeten *Arachniden* und *Insecten* sind keine Abdominalgliedmassen vorhanden, wenn nicht etwa die accessorischen Begattungsorgane, die Stacheln einiger Insecten und die eigenthümlichen Anhänge des Abdomens bei den *Thysanuren* und *Collembolen* solche darstellen. Der Darmcanal ist an Gestalt und Structur, sowie in der Zahl und der Beschaffenheit seiner Drüsen sehr mannichfaltig. Der After, der sehr selten fehlt, liegt im hintersten Somit.

In gleicher Weise variirt das Blutgefässsystem von einer blossen Leibeshöhle ohne Herz (*Ostracoden*, *Cirrhipedien*) bis zu einem vollständigen, gewöhnlich vielkammrigen Herz mit wohlentwickelten arteriellen Gefässen. Die venösen Bahnen haben dagegen immer den Charakter mehr oder minder begrenzter Lacunen. Die Blutkörperchen sind farblose kernhaltige Zellen.

Besondere Athmungsorgane können fehlen oder eine der folgenden Gestalten annehmen:

1. *Kiemen*. Nach aussen hervortretende Fortsätze des Körpers oder der Gliedmassen, welche mit venösem Blut versorgt werden, das auf diese Weise mit der im Wasser gelösten Luft in Berührung kommt.

2. *Tracheen*. Röhren, welche den Körper durchsetzen und allgemein durch als *Stigmata* bezeichnete Oeffnungen nach aussen münden und auf diese Weise Luft in Berührung mit dem Blut und den Geweben überhaupt bringen. Oft bilden sich durch Erweiterung dieser Röhren sackartige Luftbehälter.

Die sogenannten *Tracheenkiemen* gewisser Wasserinsecten sind gewöhnlich seitlich vorspringende Fortsätze einer grössern oder geringern Anzahl von Thoracalsegmenten, welche zahlreiche mit denen des Körpers zusammenhängende Tracheen enthalten (*Ephemeriden*, *Perlariden*). Sie sind keineswegs Kiemen, sondern vertreten die Stelle von Stigmen. Der Wechsel der Bestandtheile zwischen der in den Tracheen dieser Thiere und in dem umgebenden Medium enthaltenen Luft erfolgt indirect durch Diffusion durch die Wandung

1) Von dieser Regel bilden möglicher Weise die fossilen *Trilobiten* eine Ausnahme.

der Tracheenkiemen, statt direct, durch die Stigmen, wie in andern Fällen.

Bei den im Wasser lebenden Larven vieler *Libelluliden* wird die Function der Tracheenkiemen von Falten der das Rectum auskleidenden Membran, welche zahlreiche Tracheen enthält, besorgt. Durch rhythmische Contractionen des Rectums wird Wasser in den Hohlraum desselben eingesogen und wieder herausgetrieben und auf diese Weise ein Gasaustausch zwischen der in dem Wasser und in den Tracheen enthaltenen Luft erzielt.

3. *Lungensäcke.* Diese trifft man nur bei den *Arachniden.* Es sind Einstülpungen des Integumentes, deren Wand so gefaltet ist, dass sie der Luft, welche durch die Oeffnungen der Säcke abwechselnd aufgenommen und ausgestossen wird, eine grosse Oberfläche darbietet. Das Blut wird diesen Säcken durch venöse Bahnen zugeführt.

Die genauere Art und Weise, wie die stickstoffhaltigen Producte des Stoffwechsels bei den Arthropoden aus dem Blute ausgeschieden werden, bedarf noch weiterer Aufklärung. Bei vielen hat man jedoch solche Producte, vornehmlich Harnsäure, im »Fettkörper« (*corpus adiposum*) angetroffen, einer Zellmasse, welche in der Wand der Leibeshöhle liegt und diese mehr oder minder anfüllt, ferner in den Malpighischen Gefässen. Im letztern Falle werden diese Stoffe durch den Darm nach aussen geführt.

Das Nervensystem besteht ursprünglich aus je einem Ganglienpaar für jedes Somit: allein die Zahl der beim ausgebildeten Thiere nachweisbaren Ganglien hängt davon ab, in welchem Masse diese primitiven Ganglien verschmelzen. Gewöhnlich, wenn nicht immer, ist auch ein wohlentwickeltes, ganglienhaltiges Eingeweidenervensystem vorhanden, das mit den Gehirnganglien zusammenhängt und sich auf der Speiseröhre und dem Magen verbreitet.

Augen sind in der Regel vorhanden und liegen dann fast immer am Kopf, wo sie mit den Gehirnganglien in Verbindung stehen. Unter den Crustaceen trägt jedoch *Euphausia* die Augen an einigen der Thoracalgliedmassen und an einigen Abdominalsomiten. Die Augen können einfach oder zusammengesetzt sein. In letzterm Falle ist entsprechend der Zahl der Theile, in welche die über dem Auge liegende durchsichtige Cornealfortsetzung der Chitincuticula zerfällt, eine Anzahl länglicher Körper vorhanden, welche zwischen der äussern Oberfläche der Ganglienausbreitung des Sehnerven und der

innern Fläche der Cornea liegen. Diese Körper bestehen aus zwei Theilen, einem äussern durchsichtigen *Krystallkegel* und einem innern prismatischen Stab (*Sehstab*). Das breite Ende des Kegels schaut nach aussen und berührt die innere Fläche der Corneafacette; sein schmales Ende hängt mit dem Sehstab zusammen, der mit seinem innern Ende mit den letzten Verzweigungen des Sehnerven in Verbindung steht. Jeder dieser Krystallkegel und Sehstäbe ist von den übrigen durch eine Pigmentscheide getrennt[1]).

Besondere Gehörorgane hat man von Crustaceen und Insecten beobachtet. Dieselben sind nicht ausschliesslich auf den Kopf beschränkt. Bei *Mysis* liegen sie z. B. in den Anhängen des letzten Hinterleibssomits. Bei den Insecten liegen die einzigen Organe, denen man mit Sicherheit die Hörfunction zuschreiben kann, im Thorax oder in den Beinen.

Aller Wahrscheinlichkeit nach sind die Insectenantennen der Sitz des Riechvermögens, allein sichern Aufschluss über diesen Punkt hat man bisher nicht erhalten können. Die ganz feinen, in grosser Zahl an den Antennen der Insecten und Crustaceen, aber auch an andern Körperstellen vorkommenden Borsten, an deren Basis man Nerven treten sieht, sind wahrscheinlich theils Tast-, theils Gehörorgane.

Alle Muskeln der *Arthropoden*, selbst die des Darmcanals, sind quergestreift. Diejenigen des Körpers und der Gliedmassen sind oft durch Chitinsehnen an den Theilen, welche sie bewegen sollen, befestigt. Da das harte Skelet hohl ist und die Muskeln innerhalb desselben liegen, so muss sich der Körper oder ein Glied nach derjenigen Seite seiner Achse biegen, welche dem Ansatz des sich contrahirenden Muskels gegenüberliegt.

Viele Insecten erzeugen Töne; doch kann in den meisten Fällen nicht eigentlich von einer Stimme die Rede sein in dem Sinne, wie man diesen Ausdruck für die Töne höherer Thiere gebraucht, wo

---

1) LEYDIG, »Das Auge der Gliederthiere«, Tübingen 1864. SCHULTZE, »Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insecten«. Bonn, 1868. E. T. NEWTON hat in dem »Quarterly Journal of Microscopical Science«, 1875, eine sehr gute Schilderung vom Baue des Hummerauges gegeben und daselbst auch die ganze Literatur zusammengestellt. [Vergl. ferner die auf breitester Grundlage angestellten »Untersuchungen über das Arthropoden-Auge« von GRENACHER (Rostock, 1877), aus denen u. A. namentlich hervorgeht, dass die Krystallkegel keine allen Arthropoden zukommenden Gebilde sind. D. Uebers.]

durch den Austritt eines Luftstromes die freien Ränder der die Austrittsöffnung begrenzenden Membranen in Schwingung versetzt werden. Das Zirpen und Summen der Insecten entsteht oft durch Reibung ihrer Harttheile an einander oder durch rasches Schwingen ihrer Flügel: für einige Fälle ist es jedoch durch neuere Untersuchungen wahrscheinlich gemacht, dass dieselben durch die Einwirkung expiratorischer Luftströme auf gespannte Membranen, welche die Stigmen begrenzen, hervorgebracht werden.

Sehr häufig kommt bei einigen Gruppen der Arthropoden, so bei den *Crustaceen* und den *Insecten*, »Agamogenesis« vor; dagegen hat man bei den *Myriapoden* und den *Arachniden* bis jetzt nichts der Art beobachtet. Dieselbe kann auf eine der folgenden beiden Weisen erfolgen:

1. Individuen, welche ihrem Baue nach unfähig sind, befruchtet zu werden, also physiologisch geschlechtslos sind, wenn sie sich auch morphologisch den Weibchen mehr oder minder nähern können, erzeugen Nachkommen (*Cecidomyia*-Larven, *Aphis*).

2. Individuen, welche befruchtet werden können, also morphologisch wie physiologisch echte Weibchen sind, erzeugen Eier, welche sich ohne Befruchtung entwickeln. (Die Bienenkönigin, wenn sie Drohneneier legt; viele Schmetterlinge.)

Die Fälle von *Apus*, *Daphnia* und *Cypris* würden in die letztere Kategorie gehören, wenn es sicher wäre, dass dieselben Weibchen eine Zeitlang auf ungeschlechtlichem Wege Junge erzeugen, später befruchtet werden [1].

Vermehrung durch Theilung oder äussere Knospung ist bei keinem Arthropoden bekannt. Hermaphroditismus herrscht als Regel bei einigen wenigen Arthropoden (z. B. den *Cirrhipedien* und *Tardigraden*), ferner als ein abnormes »Naturspiel« bei etlichen *Crustaceen* und vielen *Insecten*.

In der absoluten Zahl der Arten übertreffen die *Arthropoden* das ganze übrige Thierreich zusammengenommen bei Weitem. So schätzt Gerstäcker, während er für das letztere 50,000 Arten annimmt, die Zahl der Arthropodenarten eher über als unter 200,000.

---

1 Für *Daphniden* ist dies in der That in neuerer Zeit erwiesen. Siehe Weismann, »Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoiden«. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXV und XXVIII. D. Uebers.

und von diesen kommt der weitaus grössere Theil, wahrscheinlich über 150,000 auf die Insecten.

Man theilt die *Arthropoden* gewöhnlich ein in die *Crustaceen*, die *Arachniden*, die *Myriapoden* und die *Insecten*. Wenn es nun auch unausführbar ist, für die beiden ersten Gruppen eine absolut durchgreifende Definition zu geben, so verlohnt es sich doch vielleicht nicht der Mühe, eine Anordnung umzustossen, welche in praktischer Hinsicht vielfach bequem ist. Allein zu rein morphologischen Zwecken empfiehlt es sich, die Arthropoden von einem andern Gesichtspunkt zu betrachten.

Man kann die *Arthropoden* nämlich in zwei Reihen theilen. Eine von diesen besteht aus fast ausschliesslich luftathmenden Formen, die, wenn sie besondere Athmungsorgane besitzen, entweder Lungensäcke oder Tracheen oder beides neben einander haben, während die andern entsprechend vorherrschend wasserathmende Thiere enthält, die, wenn sie Athmungsorgane besitzen, Kiemen haben. Die letztgenannte Reihe umfasst die *Crustaceen*, die erstere die *Arachniden*, *Myriapoden* und *Insecten*.

Im Laufe der Entwicklung der höhern Arthropoden kommt es zu einem Stadium, wo der Körper sich zu segmentiren beginnt, aber die Anhänge noch nicht entwickelt sind. Darauf folgt ein Stadium, in dem die Anhänge auftreten, aber die Antennen und Kauanhänge (*Gnathiten*) wie die übrigen Beine beschaffen sind, und endlich ein Stadium, wo die Gnathiten vollständig zu Kiefern umgewandelt sind. Nun hat man unter den wasserathmenden Arthropoden bisher keine Spur von Gliedmassen mit Sicherheit aufzufinden vermocht bei den *Trilobiten;* bei den *Merostomen* (*Eurypteriden* und *Xiphosuren*) sind die Gnathiten vollkommen fussförmig, während bei den *Entomostraken* und *Malakostraken* eine grössere oder geringere Zahl der Gnathiten so umgestaltet sind, dass sie zum Kauen und zu keiner andern Function dienen.

In der Reihe der Luftathmer kennt man keine vollkommen fusslose Formen. Die *Tardigraden* und die *Pentastomiden* scheinen keine Kiefer zu besitzen, allein das Vorhandensein von Mundstileten bei den ersteren und die Lage der die Gliedmassen darstellenden Haken bei den letzteren werfen einigen Zweifel auf diesen Punkt.

Bei den *Arachniden* und den *Peripatiden* sind die Gnathiten vollkommen fussförmig. Bei den *Myriapoden* hingegen und noch

mehr bei den *Insecten* verlieren die Gnathiten den Charakter von Beinen und verwandeln sich schliesslich vollkommen in Kauorgane. So kommen wir zu folgender Anordnung der *Arthropoden*: —

Arthropoda.

I. Ohne Gnathiten.

Trilobita. *Tardigrada* (?) *Pentastomida* (?)

II. Mit fussförmigen Gnathiten.

Merostomata. *Arachnida.* *Peripatidea.*

III. Mit kieferförmigen Gnathiten.

Entomostraca	*Myriapoda*
Malacostraca	*Insecta*
Wasserathmer	Luftathmer

vorherrschend.

Von den vier grossen Gruppen sind die *Crustaceen* diejenigen, welche die grössten und lehrreichsten Variationen des fundamentalen Bautypus darbieten, während die Umbildungen der *Insecten*, *Arachniden* und *Myriapoden* minder ausgedehnt sind und als von secundärer morphologischer Bedeutung betrachtet werden können. Wir werden deshalb die *Crustaceen* ziemlich ausführlich behandeln, auf die übrigen Gruppen jedoch nicht so tief eingehen.

Die Crustaceen.

Die Trilobiten.

Diese uralten Arthropoden, welche bereits seit dem Schluss des paläozoischen Zeitalters ausgestorben sind, finden sich in grosser Anzahl und sehr günstigem Erhaltungszustande fossil; bis jetzt hat man trotzdem keine sichern Andeutungen von der Existenz von Anhängen, noch selbst von einer harten sternalen Körperwand entdecken können; nur eine schildförmige vor dem Munde gelegene Oberlippe war bei einigen Exemplaren erhalten. Der Körper bestand aus einem Kopfschild (Fig. 63, A), einer variablen Anzahl von beweglich verbundenen Thoracalsomiten (B) und einem *Pygidium*, bestehend aus einer variablen Anzahl von auf den Thorax folgenden verwachsenen Somiten (C).

Jedes Thoracalsomit besitzt einen nach den Seiten convexen medianen Abschnitt, den man die Achse oder das *Tergum* nennt, und

zwei abgeplattete seitliche Abschnitte, die *Pleuren*. Die ersteren greifen bei Streckung des Körpers stark über einander, die letzteren bei Krümmung desselben, und die durch diese Anordnung gestattete freie Beweglichkeit war so gross, dass viele Trilobiten sich wie unsere Kellerasseln zusammenrollen konnten und in diesem Zustande versteinert gefunden sind. Am lateralen Rande jedes Pleurons schlägt sich die denselben bildende Cuticularsubstanz nach innen und lässt sich an der ventralen oder sternalen Fläche noch eine Strecke weit verfolgen. In der Mitte der Sternalregion ist jedoch keine Andeutung eines *Sternums* zu finden. Man kann daraus schliessen, dass die Sternalregion der Somiten weicher und vergänglicher Natur war, und dass die Thoracalsomiten eines Trilobiten in dieser und anderer Hinsicht einem der Abdominalsomiten einer Krabbe geglichen haben.

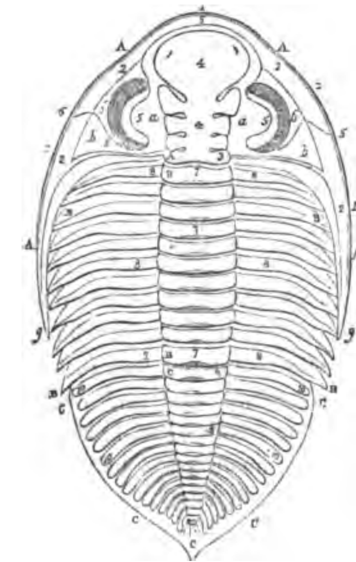


Fig. 63. — Diagramm von *Dalmanites* (nach Pictet). — A. Kopf; 1. Randband; 2. Randfurche, an der Innenseite des Bandes; 3. Occipitalsegment; 4. Glabella; 5. grosse Naht; 6. Augen; *a*. feste Wange; *b*. bewegliche Wange; *g*. Wangenwinkel; B. Thorax; 7. Achse oder Tergum; 8. Pleuron; C. Pygidium; 9. Tergal-, 10. Pleuralabschnitte des Pygidiums.

Die *Glabella* (Fig. 63, 4) oder der centrale erhabene Wulst des Kopfschildes, ist eine Fortsetzung der Thoraxachse, und die Lappung ihrer Seiten bezieht sich vielleicht auf die Anzahl der primitiven Somiten, welche dieselbe darstellt. Der *Limbus* oder die laterale Fläche an beiden Seiten entspricht einem Thoracalpleuron; sein verdickter Rand (Fig. 63, 1) läuft nach hinten in zwei längere oder kürzere Winkel (*g*) aus; unten schlägt sich das Randband auf eine kurze Strecke als *Subfrontalfalte* um; die übrige Sternalfläche ist unvollständig. Eine mediane bewegliche Platte entspricht der Oberlippe von *Apus* und *Limulus*. Am Occipital- oder Lateralrande des Limbus beginnt eine Naht (5), tritt zwischen dem Auge und der Glabella hindurch, vereinigt sich mit derjenigen der gegenüberliegenden Seite entweder vor der letzteren oder am Rande des Limbus oder an der Subfrontalfalte und hängt mit der Oberlippennaht durch eine oder zwei Nähte zusam-

men. Dadurch wird der Limbus in zwei Theile getheilt, einen festen (die *feste Wange*, *a*) an der Glabella ansitzenden, und einen beweglichen (die *bewegliche Wange*, *b*), an welchem das Auge sitzt. Bei einigen Gattungen fehlen die Augen; bei andern treten sie als vereinzelte Ocellen auf oder in Gruppen, deren Zwischenräume gewöhnliches Integument einnimmt; oder sie können endlich den zusammengesetzten Augen andrer Arthropoden gleichen.

Barrande[1]) ist es gelungen, die Entwicklung einiger Trilobiten-Arten zu verfolgen. Er findet, dass die kleinsten und demnach jüngsten Formen scheibenförmige Körper ohne deutliche Segmentirung sind. Die Theilung in Somiten erfolgt nach und nach, so dass die Zahl der Somiten bis zum ausgebildeten Zustande zunimmt. Es ist möglich, dass noch jüngere Stadien der Versteinerung entgangen sind; allein nach der Analogie von *Limulus* kann man annehmen, dass diese kleinen scheibenförmigen Thiere wirklich das Stadium darstellen, in dem der Trilobit das Ei verlassen hat.

Die Merostomen[2]).

Der einzige noch lebende Vertreter dieser Crustaceenabtheilung ist die Gattung *Limulus* (der Pfeilschwanz), deren verschiedene Arten in Nordamerika und in den Molukken leben. Man erhebt sie gewöhnlich zu einer besondern Crustaceenordnung, derjenigen der *Xiphosura* oder *Poecilopoda*.

Der Körper eines *Limulus* (Fig. 64) zerfällt in drei Theile, die beweglich mit einander verbunden sind. Der vorderste besteht aus einem schildförmigen Abschnitt, der eine merkwürdige Aehnlichkeit mit einem Trilobitenkopfe hat. Seine convexe Dorsalseite ist in ähnlicher Weise in eine mediane und zwei laterale Regionen getheilt; die Ränder derselben sind verdickt und die hintern äussern Winkel nach hinten ausgezogen. Am vordern Ende der medianen Region liegen zwei einfache und an den Seiten derselben zwei grosse zusammengesetzte Augen. An der Sternalfläche findet sich vorn eine Subfrontalfläche, hinter welche die erstere tief einsinkt, so dass die Oberlippe und die Anhänge in einer tiefen, von den sich wöl-

---

1) Barrande, »Système silurien du centre de Bohême«, t. I. Trilobites, 1852.

2) H. Woodward, »A monograph of the British fossil Crustacea belonging to the order Merostomata«. 1866.

benden Rändern des Schildes gebildeten Grube versteckt liegen. Am mittlern Abschnitt des Körpers finden sich Andeutungen, dass derselbe aus sechs verwachsenen Somiten zusammengesetzt ist; die Ränder desselben sind stachlig und an seiner ausgehöhlten Sternalfläche liegen die Anhänge dieser Region. Der Endabschnitt besteht aus einem langen, spitzen, seitlich gezähnelten Stachel, dem sogenannten *Telson*.

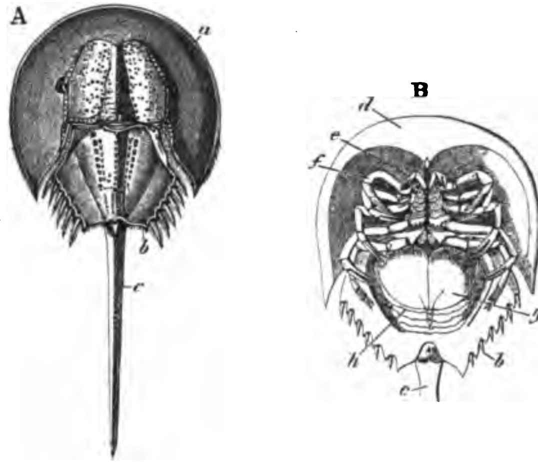


Fig. 64. — A. *Limulus moluccanus* (Rückenansicht). B. *L. rotundicauda* (Bauchansicht), (nach Milne-Edwards); *a.* vorderer, *b.* mittlerer Abschnitt des Körpers; *c.* Telson; *d.* Subfrontalfläche; *e.* erste Antennen; *f.* zweite Antennen; *g.* Operculum; *h.* kiementragende Anhänge.

Der Mund liegt in der Mitte der sternalen Oberfläche des vordern Abschnittes; der After mündet an derselben Fläche an der Verbindung zwischen dem mittlern Abschnitt und dem Telson. In der Mittellinie, unmittelbar hinter der Subfrontalfläche (*d*), springt eine bewegliche, klappenförmige Oberlippe nach hinten vor, und an beiden Seiten derselben befindet sich ein dreigliedriger Anhang, dessen zweites Glied so verlängert ist, dass es mit dem dritten eine Scheere (*chela*) bildet. Dieser Anhang ist vollkommen vor der Oberlippe, die denselben vom Munde trennt, befestigt.

An jedem der nächsten fünf Paare von Anhängen ist das Basalglied verbreitert, und an den vier vordern ist der innere Rand mit zahlreichen beweglichen Dornen besetzt. Die Ansatzstelle des Basalgliedes des vordersten dieser Anhänge (des zweiten in der gesammten Reihe) befindet sich vor dem Munde; mit seinem verlängerten,

stachligen hintern innern Winkel kann dasselbe jedoch ein wenig in die Mundhöhle vorspringen. Die Basalglieder der folgenden drei Anhänge sind an den Seiten des Mundes eingelenkt und an ihrem innern Winkel mit einem dornartigen Fortsatz versehen, der in die Mundhöhle hineinragt. Beim Weibchen sind der zweite, dritte, vierte und fünfte Anhang mit Scheeren ausgestattet, bei den Männchen der meisten Arten dagegen ist das zweite und manchmal auch das dritte Paar scheerenlos. Das grosse Basalglied des sechsten Anhanges ist fast ohne Dornen und trägt einen krummen schaufelförmigen Fortsatz, der zwischen dem vordern und mittleren Körperabschnitt nach hinten gerichtet ist. Das fünfte Glied dieser Gliedmasse trägt vier ovale Lamellen. Die das siebente Paar bildenden Anhänge sind, ganz abweichend von den übrigen, kurz, stark und eingliedrig.

Das achte Paar von Anhängen besitzt wiederum einen ganz andern Charakter als die vorhergehenden. Dieselben sind in der Mittellinie zu einer unpaaren breiten Platte verbunden, welche, wenn man das Thier von der Sternalseite betrachtet, eine Art Deckel oder *Operculum* für die folgenden Anhänge bildet. An der dorsalen Fläche dieser Platte liegen die beiden Oeffnungen der Fortpflanzungsorgane.

An der vordern oder sternalen Wand jeder Hälfte des Operculums erhebt sich ein starker Fortsatz und zieht nach oben, um sich an einen entsprechenden Fortsatz der tergalen Wand des vordern Körperabschnittes anzusetzen. Bei Weitem der grössere Theil des grossen Hebemuskels des Anhanges geht von der tergalen Wand des vordern Körperabschnittes aus, und der die Gliedmasse versorgende Nerv entspringt direct aus dem hintern Theil des ganglienreichen Stranges, der den Schlund umgiebt und die vor dem Operculum liegenden Anhänge versorgt.

Die noch übrigen fünf Anhänge gleichen in ihrer allgemeinen Gestalt dem Operculum und haben auch aufsteigende Fortsätze, welche sich mit nach innen gerichteten Verlängerungen der tergalen Wand des mittlern Körperabschnittes verbinden. Ihre Nerven entspringen aus den in dieser Körperregion gelegenen Ganglien.

Es sind also im Ganzen dreizehn Paare von Anhängen vorhanden, von denen acht mit dem vordern und fünf mit dem hintern Körperabschnitt verbunden sind. Die Anhänge in der Mundgegend sind im Wesentlichen gewöhnliche Gliedmassen, deren Basalglieder zum Theil zu Kauwerkzeugen umgebildet sind.

Die Bestimmung der Homologien der bisher als vorderer und mittlerer Körperabschnitt bezeichneten Theile und ihrer Anhänge bereitet einige Schwierigkeiten; vergleicht man jedoch die Anordnung der Gliedmassen und ihre Innervirung mit den bei den höhern *Crustaceen* herrschenden Verhältnissen, so ist es wol kaum zu bezweifeln, dass das erste Paar von Anhängen den ersten Antennen (*Antennulae*), das zweite den zweiten Antennen (*Antennae*), das dritte den Mandibeln, das vierte und fünfte den Maxillen und das sechste, siebente und achte den Maxillargefässen von *Astacus* oder *Homarus* entspricht. In diesem Falle wäre der vordere Abschnitt ein Cephalothorax. Bezeichnet die Lage der Geschlechtsöffnungen die hintere Grenze des Thorax, so stellt der mittlere Abschnitt ein aus fünf Somiten zusammengesetztes Abdomen dar. Andrerseits könnten die Geschlechtsorgane vor dem Hinterende des Thorax münden, wie bei weiblichen *Podophthalmen*, und dann die fünf den mittlern Abschnitt bildenden Somiten den übrig bleibenden fünf Thoracalsomiten eines Podophthalmen entsprechen. In diesem Falle wäre die Region, welche dem Abdomen der höhern Crustaceen entspräche, unentwickelt geblieben.

Der Darmcanal von *Limulus* ist sehr eigenthümlich gebildet. Die Speiseröhre zieht direct nach vorn und oben und erweitert sich allmählich zum Magen, dessen Wand mit vielen Längsfalten versehen ist. Der Pylorus verlängert sich in ein enges Rohr, das in den Enddarm vorspringt. Die zwei Gallengänge zu beiden Seiten liegen weit aus einander und verzweigen sich zu feinen Röhrchen, welche eine den grössten Theil der Körperhöhle einnehmende Masse bilden. Das Rectum, ein dünner, sehr kurzer Canal mit gefalteten Wandungen, mündet in eine Art Kloake, die zwischen dem Telson und der Sternalwand des Abdomens liegt.

Das Herz ist bei *Limulus polyphemus* ein länglicher muskulöser, in acht Kammern getheilter und mit ebensovielen seitlichen Klappenöffnungen versehener Schlauch. Es liegt in einem grossen peripherischen Sinus, der in seinem abdominalen Abschnitt an jeder Seite fünf Oeffnungen, die Endigungen der Kiemenvenen, besitzt. Die Kiemen bestehen aus zahlreichen zarten halbkreisförmigen Lamellen, die quer an den hintern Flächen der fünf postopercularen Anhänge angebracht sind und wie die Blätter eines Buches auf einander liegen.

Das Nervensystem scheint auf den ersten Blick sehr concentrirt

zu sein, indem seine Hauptmasse in einem die Speiseröhre umfassenden Ringe besteht; allein bei genauerer Untersuchung zeigt sich, dass es aus einer vordern, den Haupttheil der Gehirnganglien der meisten übrigen Crustaceen darstellenden Masse besteht, von der nach hinten zwei Ganglienstränge ausgehen, die von den hintern äussern Winkeln dieser Masse entspringen und bis zum Zwischenraum zwischen dem letzten und vorletzten Anhangspaare hinziehen. Diese Stränge sind dick und liegen zu beiden Seiten des Oesophagus, um den sie convergiren, so dass sie sich unmittelbar hinter demselben einander stark nähern und fast zusammenfliessen. Vor dieser Stelle sind sie jedoch durch drei oder vier Quercommissuren verbunden, welche sich um die hintere Wand des Oesophagus herumlegen und von vorn nach hinten allmählich immer kürzer werden.

Die erste dieser Commissuren verbindet die beiden Stränge gegenüber dem Ursprung der Nerven des dritten Gliedmassenpaares, das ich als die Homologa der Mandibeln betrachte. Vor diesem Punkte geben die Gehirnganglien von ihren vordern Winkeln aus die Nerven an die Ocellen, die Augen und die Stirngegend ab, und von ihrer hintern untern Fläche die Nerven zu den ersten Antennen. Die Antennennerven entspringen nahe an den äussern hintern Winkeln der Gehirnganglien und etwas vor den Mandibelnerven aus dem Strange. Dicht hinter den letztern entspringen die grossen Nerven zum fünften und sechsten Cephalothorax-Gliedmassenpaar. Die Nerven des rudimentären siebenten Anhangpaares sind dünner und entspringen etwas vor dem untern Theil der postoesophagealen Ganglien. Auch die das achte, das Operculum bildende Anhangpaar versorgenden sind dünn und scheinen von den beiden Längscommissursträngen zu entspringen, welche die postoesophagealen Ganglien mit den im zweiten Körperabschnitt liegenden verbinden, obwohl sie nur in einer Scheide mit ihnen für eine kurze Strecke verbunden sind und sich leicht nach innen von den Nerven des siebenten Anhanges bis an die postoesophagealen Ganglien verfolgen lassen. Die Längscommissuren sind sehr lang und von einer Fortsetzung derselben Scheide umschlossen; sie treten nach hinten in den zweiten Körperabschnitt und besitzen dort vier Ganglienanschwellungen, von denen die Nerven zu den hinter dem Operculum liegenden Anhängen ausgehen. Das letzte dieser Ganglien ist viel grösser als die übrigen und dürfte aus mehreren verschmolzenen

Ganglien bestehen. Die Nerven divergiren von ihm aus der Art, dass sie wie eine Cauda equina aussehen.

Die Fortpflanzungsorgane bestehen bei beiden Geschlechtern aus einer Masse von Drüsenblindschläuchen, welche sich zwischen den Leberschläuchen durch den Körper verästeln und schliesslich auf Papillen an der hintern Fläche des Operculums münden. Die Männchen sind viel kleiner als die Weibchen und besitzen bei vielen Arten einen äussern Geschlechtsunterschied in der bereits erwähnten Eigenthümlichkeit ihrer zweiten und dritten Anhänge.

Der junge *Limulus* nimmt schon im Ei alle seine charakteristischen Merkmale an. Aus den interessanten Beobachtungen von Dohrn [1]) geht hervor, dass der Embryo in einem frühen Stadium die neun vordern Gliedmassen besitzt und durch Querfurchen auf der Sternalseite in vierzehn Somiten getheilt erscheint. Der Körper hat die Gestalt einer dicken rundlichen Scheibe, die ein vorderes, aus sechs Somiten gebildetes Schild und einen hintern, gleichfalls schildförmigen, durch Vereinigung von acht Somiten entstandenen Abschnitt zerfällt. Das Telson ist noch nicht aufgetreten. In diesem Zustande ist die Aehnlichkeit des Embryos, von den Gliedmassen abgesehen, mit einem Trilobiten wie *Trinucleus*, wie Dohrn bereits erwähnt hat, sehr bemerkenswerth.

Die *Xyphosuren* hatten schon in der Kohlenzeit Vertreter (*Bellinurus*).

Die *Eurypteriden* (Fig. 65) sind ausgestorbene Crustaceen paläozoischen (silurischen) Alters, die bisweilen eine bedeutende Grösse erreichen und in vieler Hinsicht mit *Limulus* Aehnlichkeit haben, während sie sich in anderer den übrigen Crustaceen, besonders den *Copepoden* nähern. Auf einen vordern, mit Augen ausgestatteten schildförmigen Abschnitt des Körpers folgt eine Anzahl (12 oder mehr) freier Somiten, und der Körper endigt mit einem breiten oder schmalen und stachelartigen Telson. Höchstens fünf Paare von mit gezähnelten Basalgliedern versehenen Gliedmassen sitzen an der Sternalfläche des Schildes, und der Mund ist hinter ihnen von einer grossen

1) Dohrn, »Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Arthropoden.« — Jenaische Zeitschrift, Bd. VI. Siehe ferner die Beobachtungen von Lockwood und Packard im »American Naturalist«, vol. IV. 1871, vol. VII. 1873 und in den »Memoirs of the Boston Society of Natural History«, 1872, sowie die Erörterungen über die systematische Stellung des *Limulus* von E. van Beneden, »Journal de Zoologie«, 1872.

ovalen Platte bedeckt, die ein *Metastoma* darzustellen scheint (Fig. 65, B, *g*). Einige der vordern Gliedmassen endigen manchmal mit Scheeren (*Pterygotus*); die Endglieder des hintersten Paares sind gewöhnlich ruderartig verbreitert. Das Integument besitzt oft

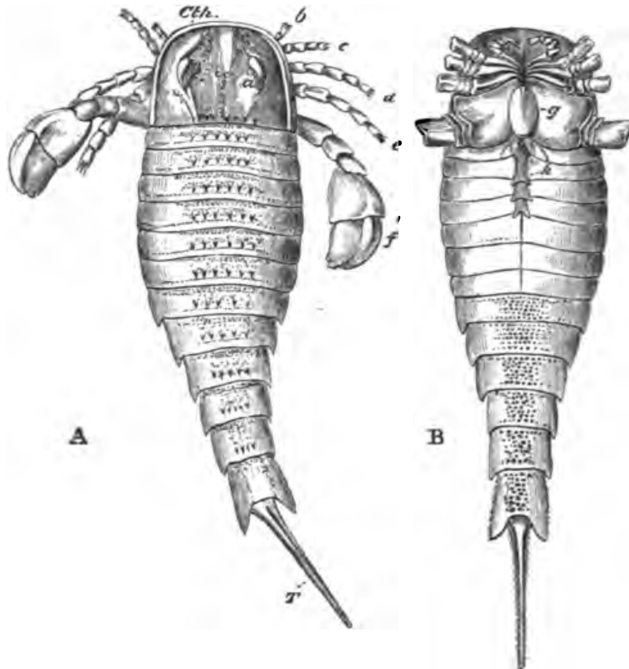


Fig. 65. — *Eurypterus remipes* (nach NIESZKOWSKI)[1]). — A. Rückenansicht. B. Bauchansicht. *Cth.* das Cephalothoraxschild mit *a*, den Augen, und *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, den Gliedmassen; T. Telson; *g.* die Unterlippe; *h.* die Sternalplatten der vordern freien Somiten,

eine eigenthümliche, wie kleine Schuppen aussehende Sculptur. Die Sternalfläche eines oder mehrerer der vordern freien Somiten wird von einer breiten Platte mit einem medianen und zwei seitlich ausgedehnten Lappen (Fig. 65, B, *h*), die entfernt an das Operculum von *Limulus* erinnern, eingenommen.

Die Entomostraken.

Alle übrigen Crustaceen haben vollständig specialisirte Kiefer, und bis zu sechs Paaren von Anhängen können zu Gnathiten umgewandelt sein.

---

1) NIESZKOWSKI, »Der *Eurypterus remipes* aus den obersilurischen Schichten der Insel Oesel«, 1859.

Bei den *Entomostraken* sind, wenn der Körper ein Abdomen besitzt (als solches rechne ich die hinter der Geschlechtsöffnung gelegenen Somiten), die Somiten desselben ohne Anhänge. Ferner sind die Somiten, wenn man das die Augen tragende als erstes zählt, in einer Zahl von mehr oder weniger als zwanzig vorhanden. Es finden sich nie mehr als drei Paare von Gnathiten. Der Embryo verlässt fast immer das Ei im Zustande eines *Nauplius*, d. h. eines ovalen Körpers mit zwei oder drei Paaren von Anhängen, die zu den Antennen und Gnathiten des ausgebildeten Thieres werden. Die Abtheilung der *Entomostraken* umfasst die *Copepoden*, die *Epizoen*, die *Branchiopoden*, die *Ostracoden* und die *Pectostraken*.

1. Die Copepoden. — Bei diesen *Entomostraken*, welche sich am meisten den *Eurypteriden* nähern, folgt auf das scheibenförmige, nicht längsgefaltete Kopfschild eine gewisse Anzahl freier Thoracal- und Abdominalsomiten. Die beiden Antennenpaare sind gross und wie bei den *Eurypteriden* Bewegungs- und bisweilen Greiforgane. Die vordern Thoracalgliedmassen sind zu Kieferfüssen umgewandelt; die hintern dienen als Ruder und sind oft wie bei *Limulus* paarweise in der Mittellinie verwachsen. Der Embryo verlässt das Ei als *Nauplius*.

Die verschiedenen Arten der im Süsswasser gemeinen Gattung *Cyclops* liefern ein ausgezeichnetes Beispiel vom Bau der *Copepoden*.

Das Thierchen (Fig. 66) hat etwa die Gestalt einer halbirten Birne; das breitere Ende entspricht dem Kopf und die convexe Seite der Rückenfläche. Das vordere Drittel des Körpers ist von einem grossen Panzer bedeckt, der sich an den Seiten als eine freie Falte über die Basis der Anhänge erstreckt, hinten dagegen fast gar nicht frei ist. Am Vorderende krümmt er sich in der Mittellinie nach vorn und unten und läuft in ein kurzes Rostrum (*R*) aus, neben dem jederseits in einer beträchtlichen Vertiefung die Basalglieder der langen ersten Antennen (*II'*) sitzen, durch deren kräftige Ruderschläge das Thier durchs Wasser dahinschiesst. An der vordern Grenze des Kopfes scheint das paarige schwarze mediane Auge (*I'*), das oberflächlich betrachtet wie unpaarig aussieht, durch den Panzer hindurch, und an den Seiten des letztern sieht man zwei gewundene Schläuche mit klarem Inhalte, die sogenannten »Schalendrüsen«.

Auf den Panzer folgen vier gesonderte, bewegliche, allmählich an Grösse abnehmende Somiten. Dann verbreitert sich plötzlich der

Körper und zerfällt beim Weibchen in vier Segmente, von denen das letzte zwei lange borstige Griffel, die wahrscheinlich ein weiteres Somit darstellen, trägt. Vor dem Munde befindet sich eine wohlentwickelte Oberlippe (oder ein verwachsenes Epistom und Labrum, *lb*) und hinter demselben ein zweilappiges Metastom. Das erste Anhangpaar sind die langen, vielgliedrigen ersten Antennen (*II'*), die Hauptbewegungsorgane. Darauf folgen die kurzen, aus wenigen Gliedern bestehenden zweiten Antennen (*III'*). Das dritte Paar von Anhängen

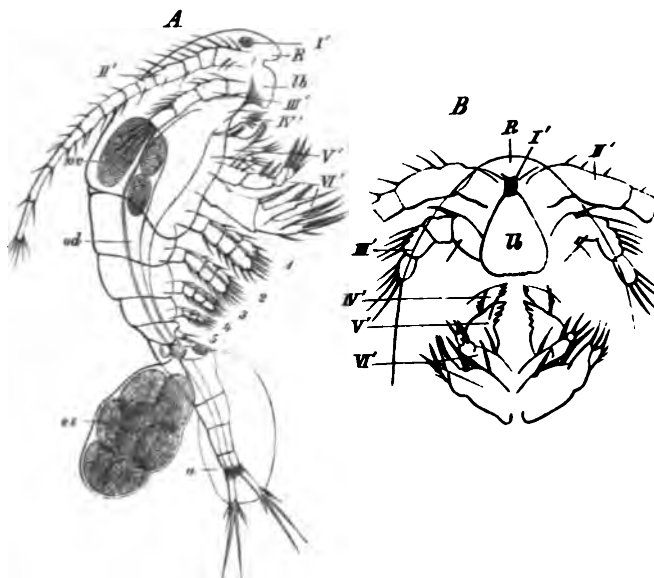


Fig. 66. — *Cyclops*. — *A*. Seitenansicht eines erwachsenen Weibchens mit einem Paar von Eiersäcken (*os*). *I'*. Auge; *II'*. erste Antenne; *III'*. zweite Antenne; *IV'*. Mandibel; *V'*. erste Maxille; *VI'*. zweite Maxille mit einem äussern und einem innern Aste. 1. 2. 3. 4. 5. Thoracalgliedmassen. *R*. Rostrum; *a*. After; *lb*. Oberlippe; *ov*. Ovar; *od*. Oviduct. *B*. Ventrale Ansicht des Vorderkörpers mit den Mundwerkzeugen (nach Claus). Bezeichnung die gleiche.

oder das erste Gnathitenpaar unterscheidet sich von den entsprechenden Gliedmassen des *Limulus* durch die Reduction des grössern Theiles des Anhanges zu einem mit einer Borste endigenden Rudiment, während das starke Basalglied den Hapttheil des Gnathits oder der *Mandibel* (*IV'*) bildet. Das zweite Gnathitenpaar (*V'*) ist stark und einwärts gekrümmt. Darauf folgt ein drittes Paar von Anhängen (*VI'*); ein jeder ist in zwei Abschnitte getheilt, einen innern und einen äussern. Der letztere ist bei Weitem der grössere und so gebaut, dass die drei distalen Glieder gegen die proximalen zurückgeschlagen und dem innern Abschnitt opponirt werden können, so dass sie ein

Greiforgan, die »Hand« JURINES, darstellen.[1] Die Gnathiten von *Cyclops* bestehen also aus einem Paar Mandibeln und zwei Paaren von Maxillen. In einiger Entfernung hinter dem dritten Gnathitenpaare ist das erste Paar von Thoracalanhängen am hintern Theil des Cephalothorax befestigt. Ein jeder besteht aus einem zweigliedrigen Basaltheil (*Protopodit*) und geht in zwei dreigliedrige Aeste (*Exopodit* und *Endopodit*) aus. Die drei vordern freien Somiten tragen drei ähnliche Paare, während ein fünftes rudimentäres Paar an dem nächsten und kleinsten dieser Somiten angebracht ist. Das plötzlich sich verbreiternde folgende Körpersegment enthält beim Weibchen die Oeffnungen der Fortpflanzungsorgane und trägt die Eiersäcke. Gewöhnlich betrachtet man es als das erste Abdominalsomit; nach CLAUS ist es jedoch aus zwei getrennten Somiten zusammengesetzt, welche erst nach der letzten Häutung verschmelzen.

Der Darmcanal ist gerade und einfach und ohne irgendwie gesonderte Leber. Es ist weder ein Herz noch ein eigenes Athmungsorgan vorhanden.

Das im Thorax gelegene unpaare Ovarium ist mit zwei Oviducten versehen, welche an den Seiten der verschmolzenen ersten zwei Abdominalsomiten münden. An der ventralen Fläche, zwischen den Eileitermündungen, befindet sich median die Oeffnung einer Kittdrüse, welche den die Hülle der Eiersäcke bildenden zähen Stoff absondert. Kurze seitliche Gänge verbinden die Drüse mit den Enden der Eileiter.

Das Männchen ist viel kleiner als das Weibchen, und die beiden verbreiterten Abdominalsomiten bleiben getrennt. Es ist ein unpaarer Hode mit zwei Ausführungsgängen vorhanden. Ein besonders drüsiger Abschnitt der Letztern sondert das Material für die Spermatophoren, die die Spermatozoen umhüllenden Kapseln, ab. Die zweiten Antennen sind verdickt und mit einem eigenthümlichen Angelgelenk versehen, mittels dessen das Männchen das vierte Schwimmbeinpaar des Weibchens während der Begattung erfasst; nachdem dies geschehen, krümmt es sein Abdomen empor und bringt die beiden Spermatophoren an die mediane Mündung der

1) Dass dies zwei Abtheilungen des dritten Gnathits sind, nicht zwei gesonderte Anhänge, hat sich aus ihrer Entwicklung darthun lassen (CLAUS, »Organisation und Verwandtschaft der Copepoden«. — Würzburger Naturw. Zeitschr. 1862). Unter solchen Verhältnissen sehe ich nicht ein, warum man sie Kieferfüsse nennen soll.

Kittdrüse, durch welche die Spermatozoen in die Eileiter hineinwandern. Die Drüse spielt also die Rolle einer Samentasche. Die Eier werden in den Eiersäcken so lange umhergetragen, bis die Jungen ausschlüpfen.

Die Dotterfurchung ist eine totale und führt zur Bildung einer Morula, deren Blastomeren sich bald in ein oberflächliches Epiblast und eine von diesem umschlossene dunkler gefärbte Masse differenziren, aus der das Hypoblast und das Mesoblast werden. Der ganze Embryo theilt sich dann durch zwei Einschnürungen in drei Segmente, und das Hypoblast entsteht durch Abspaltung um einen centralen Hohlraum, der zum Darmcanal wird. An der ventralen Seite des ersten Segments, vor dem Munde, findet sich eine grosse Oberlippe. An der tergalen Seite des vordersten Segments tritt in Gestalt von zwei Pigmentflecken, welche bald zu einem verschmelzen, das Auge auf, und aus jedem Segment wächst ein Paar gegliederter, borstentragender Gliedmassen hervor. In diesem *Nauplius*-Stadium verlässt der junge Cyclops das Ei.

Darauf streckt sich der hintere Theil des Körpers in die Länge und theilt sich in die Somiten des Thorax und Abdomens, aus denen die betreffenden Anhänge hervorsprossen. Diese Veränderungen vollziehen sich unter mehrmaliger Abstreifung der Cuticula. Die drei Anhangpaare des *Nauplius* verwandeln sich in die ersten und zweiten Antennen und die Mandibeln des ausgebildeten Thieres.

Ausser dem *Cyclops* giebt es einige wenige Süsswasser- und viele marine Gattungen von *Copepoden*. Unter den Letzteren sind die *Pontelliden* dadurch ausgezeichnet, dass bei ihnen derjenige Theil des Kopfes, welcher die beiden Antennenpaare trägt, von den übrigen getrennt ist, eine Eigenthümlichkeit, zu der man eine Parallele nur bei den *Stomatopoden* findet. *Corycaeus* hat ausser dem medianen zwei grosse, mehr oder minder lateral stehende Augen, Antennen mit unvollständigen Scheeren und ein rudimentäres Abdomen. Die prächtig schillernde *Sapphirina* hat einen äusserst abgeplatteten Körper, kurze fadenförmige zweite Antennen, zwei Augen und rudimentäre Gnathiten. Bei einigen Gattungen ist ein kurzes Herz im Thorax vorhanden.

2. Die Epizoen. — Durch Gattungen wie *Ergasilus* und *Caligus* gehen eine grosse Anzahl von höchst eigenthümlichen Crustaceen, welche man wegen ihres parasitischen Lebens auf Wasser-

thieren — dem sie auch den Vulgärnamen »Fischläuse« verdanken — als *Epizoa* bezeichnet hat, in die typischen Copepoden über. Als Beispiel für die höchst merkwürdigen Eigenthümlichkeiten dieser aberranten Gruppe kann *Chondracanthus gibbosus* dienen, den man häufig in grosser Menge an den Wandungen der Kiemenhöhle von *Lophius piscatorius* findet.

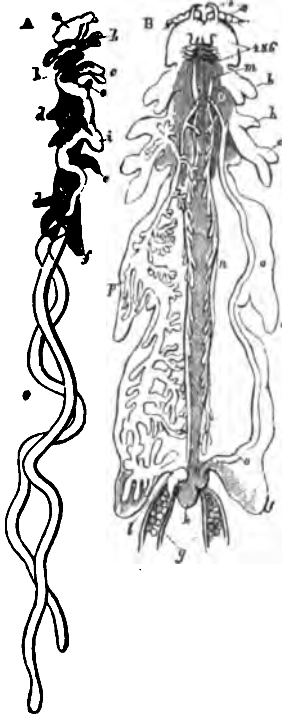


Fig. 67. — *Chondracanthus gibbosus*, Weibchen: A. Seitenansicht. B. Bauchansicht, vergrössert. *a*. Kopf; *b*, *c*. Anhänge; *d*. medianer Rückenzipfel; *e*. medianer Bauchzipfel; *f*, *i*, *h*. laterale Zipfel; *k*. Endsegment; *l*. Männchen; *g*. Eiersäcke; *m*, *n*. mediodorsaler Ovarialschlauch; *p*. lateraler Ovarialschlauch; *o*. Eileiter. 2. 3. erste Antennen; 4, 5, 6. zweite Antennen und Gnathiten.

Das Weibchen (Fig. 67) ist kaum über einen Centimeter lang, aber zwei lange, dünne, cylindrische Fäden von ähnlicher weisser oder gelblicher Farbe wie das ganze Thier sitzen an ihrem Körper, der breit und abgeplattet und an den Rändern gleichsam gekraust ist, so dass er zwei Hauptquerfalten besitzt. Die Ecken dieser Falten sind in seitliche Zipfel (*h*, *i*, *f*) ausgezogen, und ähnliche Zipfel gehen von der Mittellinie des Körpers aus, der durch diese Auswüchse und Faltungen eigenthümlich verzerrt erscheint.

Der Kopf ist zu einer Art von Kragen erweitert, dessen vorderer convexer Rand die ersten und zweiten Antennen trägt. Die Letztere ist zu den starken krummen Haken umgebildet, mit denen der *Chondracanthus* sich fest an seinem Wirthe vor Anker legt. Eine subquadratische Oberlippe greift über den Mund herüber, umschliesst jedoch nicht die Mandibeln, um so einen Saugapparat zu bilden, wie das bei vielen andern Epizoen geschieht.

Die Mandibeln und die beiden Maxillenpaare sehen aus wie krumme Haken oder Klauen. Zwei Paare von Anhängen (Fig. 67, *b*, *c*), jeder aus einem Protopodit, einem Endopodit und einem Exopodit bestehend und fast ohne jede Spur von Gliederung, sitzen am vordern Theil des Körpers hinter dem Kopfe.

Der Körper endigt mit einem rundlichen, in dem tiefen Ein-

schnitt zwischen den hintersten Randzipfeln liegenden und die beiden vorspringenden Vulvae tragenden Segment. Ueber jeder Vulva befindet sich ein kleiner dreieckiger mit Papillen besetzter Lappen (Fig. 68, *w*), wahrscheinlich ein umgebildeter Anhang, an den sich, wie wir sehen werden, das Männchen anheftet. Hinter diesen Lappen liegen noch zwei weitere rudimentäre Anhänge (Fig. 68, *y*).

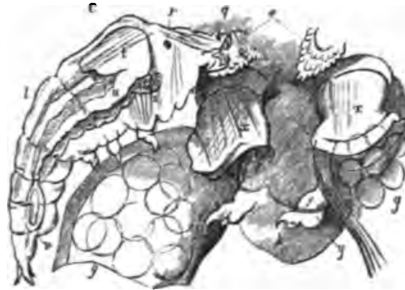


Fig. 68. — C. *Chondracanthus*-Männchen, in situ. vergrössert: *x*. Vulvae des Weibchens; *w*. dreieckige, mit Papillen besetzte Lappen; *q*. zweite Antennen des Männchens; *r*. Augenfleck; *t*. Hode; *u*. Vas deferens; *v*. Geschlechtsöffnung; *y*. rudimentäre Anhänge des Weibchens; *g*. Eiersäcke.

Der Darmcanal ist ein gerader Schlauch, der vom Munde zum entgegengesetzten Körperende zieht. Ein Herz ist nicht zu entdecken, ebensowenig das Nervensystem und Sinnesorgane. Der Zwischenraum zwischen dem Darmcanal und der Körperwand ist fast gänzlich vom Eierstock erfüllt, der aus vier zu beiden Seiten des Darms gelegenen Schläuchen besteht; diese sind mit verästelten Blindsäcken besetzt, in denen sich die Eier entwickeln. Vorn mündet jedes Schlauchpaar in den Eileiter seiner Seite, welcher dann an der Seite des Körpers entlang läuft und in der Vulva endigt. Der untere Theil des Eileiters enthält eine klare gallertige Substanz und sieht sehr ähnlich aus wie der Kittgang eines Cirrhipeds; diese Substanz wird von der Wandung des Eileiters abgesondert und bildet die Hülle der Eierstöcke. Ein solcher hat, wie bereits bemerkt, die Gestalt eines langen cylindrischen Fadens, dessen oberes Ende zwischen den vorspringenden Lippen der Vulva festgehalten wird (Fig. 68, *x*).

Der männliche *Chondracanthus* erreicht nicht ein Zwölftel der Länge des Weibchens und sieht auf den ersten Blick wie eine dicht bei der Vulva sitzende Papille am Körper desselben aus. Bei ge-

nauerer Betrachtung sieht man jedoch, dass es sich mit seinen Antennenhaken fest an einem der beiden oben beschriebenen dreieckigen Lappen anklammert. Die Haken wurden ursprünglich offenbar durch Muskelcontraction an den Lappen festgehalten, allein die einmal vollzogene Verbindung scheint unzertrennbar zu sein — wenigstens löst sich bei Maceration in Kalilauge das Männchen nicht ab. Es scheint niemals mehr als ein Männchen an einem Weibchen zu sitzen.

Der Körper des Männchens (Fig. 68, C) ist birnförmig und besitzt Andeutungen von einer Theilung in sechs Segmente hinter dem Kopfe. Das Vorderende trägt einen Augenfleck (*r*), ein Paar rudimentärer erster Antennen und die starken hakenförmigen Greifantennen des zweiten Paares. Hinter und unter diesen befinden sich eine Oberlippe und drei Paar hakenartiger Gnathiten. Darauf folgen zwei Paar subcylindrischer Anhänge, die offenbar die Schwimmbeine darstellen. Das Schwanzende geht in zwei Griffel aus, und an der ventralen Fläche des vorletzten Somits stehen zwei vorspringende Höcker, auf denen die Geschlechtsöffnungen liegen.

Der Darmcanal ist ein zarter unregelmässiger Schlauch, in dessen Wandung viele bräunliche Körnchen eingebettet sind. An seinem Vorderende befindet sich ein weiter Oesophagus; das entgegengesetzte Ende dagegen scheint abgerundet und mit der ventralen Fläche des Integumentes nur durch Bindegewebe verbunden zu sein. Durch das Integument hindurch sieht man ein complicirtes, aus quergestreiften Fasern bestehendes Muskelsystem, und der Augenfleck scheint mit einer unter ihm liegenden Ganglienmasse zusammenzuhängen. Der Körper ist durchsichtig genug, dass man ein Herz würde pulsiren sehen können, allein es ist keines zu finden. Der Hode ist eine grosse ovale zweilappige Masse (*t*), die wie ein Sattel auf dem vordern Theil des Darms liegt. Von ihm läuft zu beiden Seiten des Darms je ein dickes Vas deferens nach hinten und erweitert sich im vorletzten und drittletzten Somit zu einem dicken birnförmigen Sack, einer Art Samenblase. Der Embryo verlässt das Ei als *Nauplius*, ähnlich dem eines *Cyclops*.

Von diesen Parasiten giebt es viele Gattungen, unter denen einige, so die am meisten wurmförmige *Lernaea*, sich noch weiter als *Chondracanthus* von der gewöhnlichen Crustaceenform entfernen, während andere, wie *Ergasilus* und *Notodelphys*, sich nur wenig von den freilebenden *Copepoden* unterscheiden.

Bei *Caligus* sind die Ober- und Unterlippen verlängert und zu einem Rohre verwachsen, in welchem die scharfen griffelförmigen Mandibeln liegen. Wegen des Vorherrschens dieser Saugmundform bei einigen der bekanntesten Arten der parasitischen Copepoden nennt man sie auch häufig »Saugkrebse«. Saugscheiben zur Anheftung entwickeln sich aus dem verwachsenen vordern Paar von Thoracalgliedmassen bei *Achtheres*. Bei dieser Gattung verkümmert der Kopf als gesonderter Theil fast vollständig.

Als einer der eigenthümlichsten Vertreter des Epizoentypus verdient *Argulus*, der so gemeine Schmarotzer des Stichlings, genannt zu werden.[1] Er ist ausserordentlich abgeplattet und besteht aus einer vordern Cephalothoraxscheibe, hinter welcher ein sehr kurzes und breites eingekerbtes Abdomen liegt. Vor dem Munde befindet sich in einer Scheide eine mediane griffelförmige Waffe, und die kleinen Mandibeln und Maxillen werden von einem kurzen, von der Ober- und der Unterlippe gebildeten Rohre umschlossen. Hinter dem Munde liegen sechs Paare von Anhängen, von denen das vorderste zu Saugapparaten und das nächste zu starken Gliedmassen mit einem gezähnten zweiten Gliede umgewandelt ist, während die übrigen vier zweiästige Schwimmfüsse darstellen. Ferner sind zwei Antennenpaare und zwei zusammengesetzte Augen vorhanden. Nach Leydig sind die Männchen an ihren vorletzten Schwimmbeinen mit Bechern versehen; während der Begattung füllen sich diese mit der Samenflüssigkeit, welche auf diese Weise an die Vulva des Weibchens gebracht wird und von dort in die Samentasche gelangt. Die Eier werden abgelegt, nicht in Eiersäcken umhergetragen. Die Larve ist mit zwei Paaren von Hauptschwimmanhängen versehen, den zukünftigen zweiten Antennen und den Kiefertastern, welche letztern schliesslich gänzlich verschwinden. Ferner sind ein Paar kleiner erster Antennen, ein Paar starker Beine an Stelle der Saugscheiben und hinter diesen die Anlagen der Greifbeine und das erste Paar der zweiästigen Anhänge vorhanden; die übrigen sind rudimentär.

Notodelphys, den man sehr häufig im Kiemensacke von Ascidien findet, hat grosse Aehnlichkeit mit einem gewöhnlichen Copepoden,

---

1) Claus »Ueber die Entwickelung, Organisation und systematische Stellung der Arguliden.« — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXV. S. 217) hat die nahe Verwandtschaft des *Argulus* mit den *Copepoden* bewiesen, schlägt jedoch vor, ihn als den Typus einer besondern Gruppe, der *Branchiura*, zu betrachten.

nur ist er stark verzerrt und trägt seine Eier in einer von der Rückenseite des Panzers gebildeten Tasche.

So seltsam umgebildet aber auch die ausgebildete Form erscheinen mag — und man muss beachten, dass immer das Weibchen die grössten Veränderungen erfährt —, die Larven aller dieser epizoischen Parasiten gleichen denen der gewöhnlichen freilebenden Copepoden in dem Besitz von nur zwei (*Achtheres*, *Tracheliastes*) oder drei Paaren von Anhängen (welche dem vordern Abschnitt des Kopfes angehören) und sind mit beträchtlichem Schwimmvermögen begabt.

3. Die Branchiopoden. — Die Gattungen *Nebalia*, *Apus*, *Branchipus*, *Limnetis*, *Daphnia* und ihre Verwandten werden gewöhnlich in zwei Ordnungen getheilt, die *Phyllopoden* und die *Cladoceren*; allein diese gehen so allmählich in einander über und haben so viele Eigenthümlichkeiten ihres Baues gemein, dass die Berechtigung dieser Theilung der Gruppe der *Branchiopoden* einigermassen zweifelhaft erscheint. In mancher Beziehung den niedern *Podophthalmen*, wie *Mysis*, gleichend, unterscheiden sich diese Crustaceen ausnahmslos von jenen dadurch, dass sie mehr oder minder zwanzig Somiten besitzen; *Nebalia*, welche sich am meisten den höhern Crustaceen nähert, hat zweiundzwanzig. Ferner sind die Thoracal- und Abdominalanhänge der *Branchiopoden* in der Mehrzahl der Fälle mehr oder minder blattartig und ähneln in vieler Hinsicht den vordern Kieferfüssen eines *Astacus*; sie sind wesentlich nach demselben Plan gebaut wie diese.

Apus glacialis (Fig. 69) besitzt einen länglich wurmförmigen Körper, der mit zwei langen, gegliederten, borstenartigen Griffeln endigt und vorn von einem mächtigen schildartigen, hinten tief ausgeschnittenen Panzer bedeckt ist. Die hintern drei Fünftel des Panzers sind frei und legen sich bloss über die Segmente des Körpers hinüber; der vordere Theil dagegen ist mit dem entsprechenden Abschnitt des Kopfes verwachsen und bildet dessen tergale Fläche. Der freie Theil des Panzers springt nach den Seiten vor von einer medianen Leiste aus, neben der beiderseits eine eigenthümliche concentrische Zeichnung, welche die Lage der Schalendrüse andeutet (Fig. 69, B, *x*), sichtbar ist. Diese Drüse ist ein gewundener Schlauch mit hellem Inhalt, der nach Claus an der Basis des ersten Thoracalbeinpaares, unmittelbar hinter den zweiten Maxillen, mündet.

Wo sich der freie und der festsitzende Theil des Panzers berühren, endigt die Leiste plötzlich mit einer queren Einsenkung. Ein wenig davor befindet sich eine zweite, tiefere Furche, nahe bei der, in der Mittellinie, die beiden nierenförmigen, nach vorn gegen einander convergirenden zusammengesetzten Augen (Fig. 69, B, I') sitzen.

An der ventralen Seite der vordern Abtheilung des Panzers findet sich eine flache, halbmondförmige Subfrontalfläche, wie bei *Limulus*, hinter welcher der Panzer nach allen Seiten in den hintern Abschnitt emporsteigt, so dass eine geräumige Kammer entsteht, in welcher die vordern Thoraco-Abdominalsegmente liegen. In der Mittellinie entsendet die Subfrontalfläche einen langen breiten, ihr beweglich eingelenkten und an seinem freien Ende abgerundeten Fortsatz nach hinten — die Oberlippe. Ueber und hinter dieser befinden sich der Mund und die Gnathiten. Darauf folgen sechsundzwanzig mit Dornen besetzte Thoraco-Abdominalsegmente; davon tragen die vordern zwanzig Schwimmfüsse, während das sechsundzwanzigste, das viel grösser ist als die andern, hinten in eine einwärts gekrümmte Spitze ausgeht und den After sowie die Endborsten trägt.

Die zusammengesetzten Augen sitzen, wie gesagt, auf der obern Fläche der vordern Abtheilung des Panzers. An der untern Fläche, dicht über und hinter der hintern Grenze der Subfrontalfläche und zu beiden Seiten der Oberlippe befindet sich ein zarter gegliederter Faden — die erste Antenne (II'). Dahinter hat Zaddach bei einigen Exemplaren von *Apus cancriformis* einen zweiten sehr kleinen Faden gefunden, das Rudiment der zweiten Antenne, die bei der Larve ein so grosses und wichtiges Organ ist; ich habe jedoch bei *A. glacialis* nichts der Art beobachtet. Zu beiden Seiten der Oberlippe liegt eine grosse, convexe, starke, gezähnte Mandibel, und hinten wird die Mundöffnung von einer tief eingeschnittenen Platte, dem Metastom, begrenzt. Darauf folgt ein Paar sehr kleiner Maxillen, das zweite Paar ist blattförmig und fast rudimentär. Hinter diesen Anhängen grenzt eine Nackenfalte den Kopf gegen den Thorax ab und bezeichnet gleichzeitig den Anfang des freien Abschnittes des Panzers. Ob der Panzer auch eine Strecke weit an dem ersten Thoracalsomit angeheftet ist, wie Grube behauptet, oder ob er ausschliesslich ein Kopfschild ist, wie Milne-Edwards es ansieht, darüber habe ich zu keiner klaren Entscheidung kommen können[1]; es

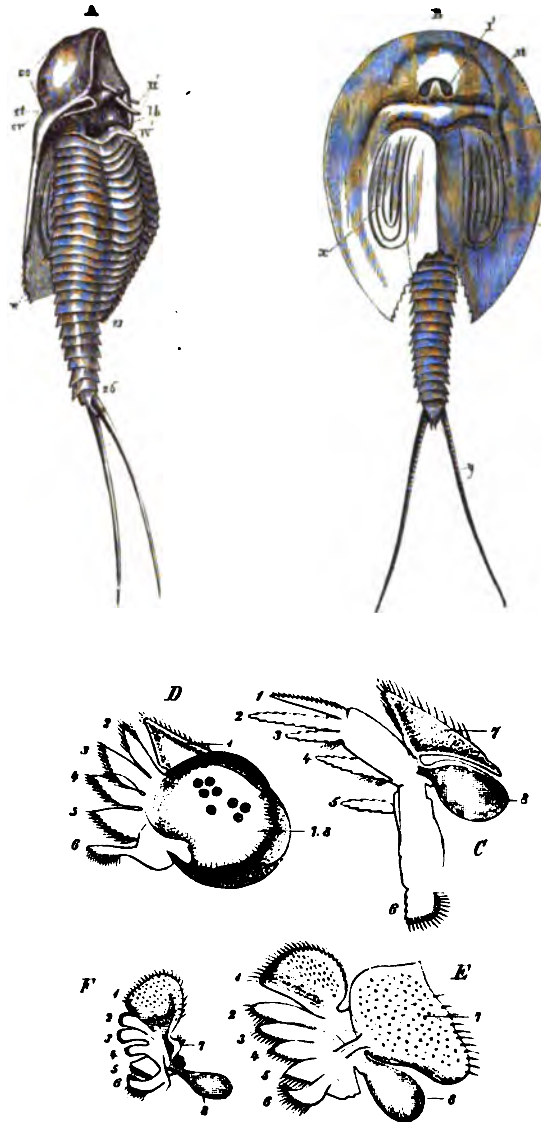


Fig. 69. — *Apus glacialis*. — A. Seitenansicht, nach Entfernung der rechten Hälfte des Panzers. B. Rückenansicht. D. Elftes Bein, mit der Eierkapsel (7, 8). C. eines der vordern, E. eines der mittlern und F. eines der hintern Beine, ohne Coxopoditen. *x*. gewundene »Schalendrüse« im Panzer; *y*. Schwanzfaden; *lb*. Oberlippe. 1, 2, 3, 4, 5, 6. Endopodit. 7. Exopodit. 8. Epipodit oder Kieme. I'. Auge; II'. erste Antenne; IV'. Mandibel. (C, D, E, F. nach Gerstäcker.)

ist in der That mehr eine Frage für den Embryologen als für den Anatomen.

Von den zwanzig fusstragenden Segmenten haben die ersten elf je ein Paar Anhänge; hinter dem elften setzt sich an jedes Segment eine allmählich steigende Anzahl von Beinen an, so dass das zwanzigste fünf oder sechs Paare trägt. An diesen neun hintern Thoracalsegmenten sitzen zusammen achtundzwanzig Anhangpaare; das macht zu den elf vorhergehenden neununddreissig im Ganzen. Während nun natürlich jedes von den vordern elf Segmenten als ein einzelnes Somit zu betrachten ist, ist die Natur der hinteren zweifelhaft: es können einzelne Terga sein, während die Sterna und Anhänge sich vermehrt haben; oder auch sie stellen, was das Wahrscheinlichere ist, jedes eine Anzahl verwachsener Terga dar.

Jeder Anhang besteht aus drei Abtheilungen — einem Endopodit, einem Exopodit und einem Epipodit — die von einem Protopodit oder einem Basalabschnitt getragen werden (Fig. 69, C, D, E, F). Der Letztere besteht aus drei Gliedern — einem innen in einen stark borstigen Höcker ausgehenden Coxopodit (in den Figuren nicht abgebildet), einem Basipodit und einem Ischiopodit, welch Letzteres innen in einen lanzettförmigen Fortsatz ausgezogen ist und an seiner Aussenseite zwei Anhänge trägt, von denen der proximale — das Epipodit oder die Kiemen (Fig. 69, C, E, F) — an in Spiritus conservirten Exemplaren birnförmig und blasig ist. Der distale Anhang, welcher das Exopodit (7) darstellen dürfte, ist eine grosse flache Platte mit langen Borsten an ihren Rändern. Das Endopodit besteht aus sechs Gliedern, von denen die beiden proximalen viel länger sind und wie das vorletzte nach innen einen langen Fortsatz abgeben. Das Endglied endlich ist krallenförmig und an seinem concaven Rande gezähnelt.

Die Durchschnittsform dieser Anhänge ist in E dargestellt, einem aus der Mitte der Reihe entnommenen Beine; vorn werden die Gliedmassen dünner und mehr beinartig (C); hinten dagegen sind sie so vollkommen blattförmig, wie F; allein überall kann man dieselben Elemente erkennen.

Nur das elfte Anhangpaar (Fig. 69, D) weicht erheblich von den übrigen ab, indem es nämlich zu einem Receptaculum für die Eier umgebildet ist. Zu diesem Zwecke ist das Epipodit bedeutend verbreitert und zu einer halbkugligen Schale umgewandelt, während das zu einer zweiten solchen Schale umgestaltete Exopodit auf

das Epipodit passt; in die so gebildete Kapsel gerathen durch die in dieselben mündenden Oviducte die Eier.

An der dorsalen Fläche des Endsegmentes des Körpers befindet sich an jeder Seite vorn ein in fünf Dornen ausgezogener Höcker und hinten ein langer zarter, mit Borsten besetzter Faden (Fig. 67, B, *y*).

Der Darmcanal von *Apus* ist sehr einfach: er besteht aus einem senkrecht aufsteigenden Oesophagus, der nach hinten in einen unmittelbar hinter den zusammengesetzten Augen, in der Mitte der von den beiden Querfurchen auf dem Panzer begrenzten Region, liegenden kleinen Magen umbiegt. Von dem Hinterende dieses Letztern zieht der gerade Darm nach hinten bis zum After, der unter dem Endsegment liegt. Die Leber besteht aus Blindsäcken, welche sich vom Magen aus verästeln und zu beiden Seiten desselben im Kopfe liegen. Zaddach beschreibt ein Drüsenpaar, welches er als Speicheldrüsen betrachtet; es liegt über dem Magen und mündet in diesen, wie die Speicheldrüsen beim Scorpion.

Das Herz nimmt die Tergalregion der elf vordern Thoracalsomiten ein und besitzt eine entsprechende Anzahl von Kammern mit seitlichen Venenöffnungen.

Das Nervensystem besteht aus einer quadratischen Gehirnmasse, welche unmittelbar unter dem zusammengesetzten Auge liegt und starke Nerven zu diesen und den Ueberresten des unpaaren Larvenauges, das vor den vordern Enden jener liegt, abgiebt. Zu beiden Seiten des Oesophagus ziehen nach unten und hinten Commissuren und verbinden das Gehirn mit einer Kette von zahlreichen Ganglien in der Mittellinie der Bauchfläche. Es verdient Beachtung, dass die Antennennerven aus den Commissuren, weit hinter der Hauptgehirnmasse, entspringen.

Beim Weibchen bilden sich die Eier in den blinden Aesten zweier langen Röhren, die an beiden Seiten des Körpers liegen und, wie oben beschrieben, im elften Anhangpaar münden. *Apus* pflanzt sich gewöhnlich agamogenetisch fort: bei Untersuchung von Tausenden von Individuen im Laufe von mehr als dreissig Jahren ist es v. Siebold[1]) nicht gelungen, ein Männchen zu finden. Erst im Jahre 1856 entdeckte Kozubowski[2]) eine kleine Anzahl Männchen

1) v. Siebold, »Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden«, 1871. Bei *Apus* entstehen danach nur aus den befruchteten Eiern Männchen.

2) Kozubowski, »Ueber den männlichen *Apus cancriformis*«, — Archiv für Naturgeschichte, 1857.

(16 unter 160) unter den in der Umgegend von Krakau gefundenen Exemplaren, und bei Rouen fand im Jahre 1863 JOHN LUBBOCK das grösste bis jetzt bekannte Verhältniss von Männchen zu Weibchen, nämlich 33 unter 72.

Der Hoden ist ähnlich gestaltet wie das Ovarium, und sein Ausführungsgang mündet gleichfalls am elften Extremitätenpaar, wie derjenige der weiblichen Organe. Die Spermatozoen sind oval und unbeweglich.

Der junge, eben ausgeschlüpfte *Apus* (*cancriformis*) ist ein *Nauplius*. Der Körper ist oval, undeutlich in wenige Segmente getheilt und entbehrt der Anhänge mit Ausnahme eines kürzern vordern, einästigen und eines längern hintern, zweiästigen Paares ruderartiger Organe, die am vordern Ende zu beiden Seiten des unpaaren medianen Auges sitzen. Der Panzer ist rudimentär und Schwanzfäden sind noch nicht vorhanden. Das Thierchen streift dann bald seine Haut ab, und nun treten die mit langen Tasten versehenen Mandibeln zum Vorschein [1]. Nach mehrfachen weitern Häutungen nimmt die Larve mehr und mehr die Gestalt des ausgebildeten Thieres an und erhält das Paar zusammengesetzter Augen; das vordere Anhangpaar verwandelt sich in die ersten Antennen, das hintere verschwindet oder bleibt als rudimentäres zweites Antennenpaar erhalten, und auch die Mandibulartaster gehen zu Grunde.

Eigenthümliche und höchst lehrreiche Modificationen finden sich bei den übrigen Branchiopodengattungen, wie bei *Nebalia*, *Branchipus* (*Cheirocephalus*), *Limnetis* und *Daphnia*.

Bei *Daphnia* und deren Verwandten (Fig. 70) sind die Thoracalgliedmassen auf sechs, fünf oder gar vier Paare reducirt, die sämmtlich oder theilweise die Form gewöhnlicher Beine annehmen. Das Abdomen ist rudimentär, das Herz kurz, und der Panzer besitzt eine offenbar aus den vordern Thoracalsomiten gebildete hintere Abtheilung (*Omostegit*), deren seitliche Hälften so umgebogen sind, dass sie wie eine Muschelschale aussehen, in welche der hintere Theil des Körpers eingezogen werden kann. Der vordere Theil des Panzers (*Cephalostegit*) hat bei *Daphnia* dagegen denselben Bau wie der entsprechende Theil des *Apus*panzers; nur liegen die hier von einer unpaaren Masse vertretenen zusammengesetzten Augen (*oc*) mehr am

1) Nach CLAUS' neueren Untersuchungen ist dies dritte Paar von Anhängen schon vorhanden, wenn der junge *Apus* das Ei verlässt.

vordern Körperende als an der obern Fläche, und das unpaare Auge ist ganz gesondert und liegt weit dahinter. Die ersten Antennen (*a*) sind klein, rudimentär und stehen an den Seiten des vorgestreckten Rostrums; die zweiten Antennen dagegen sind sehr gross

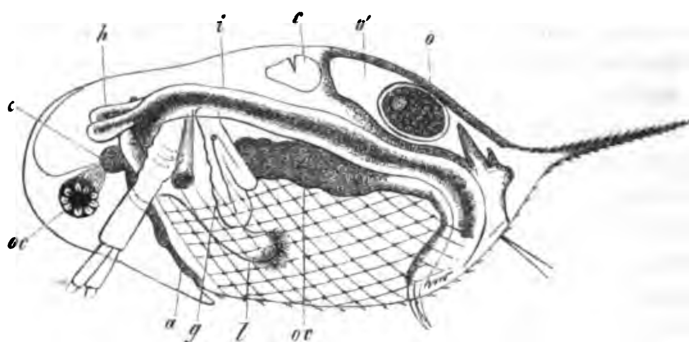


Fig. 70. — *Daphnia*. — *a*. erste Antenne; *i*. Gehirn; *oc*. Auge; *i*. Darm; *h*. Blindschläuche am Anfang desselben; *g*. Schalendrüse; *c*. Herz; *l*. Oberlippe; *ov*. Eierstock; *o*. ein Ei in dem zwischen Körper und Panzer gelegenen Brutraum (*e'*.) befindlich. (Nach Leydig.)

und stellen die Hauptbewegungsorgane dar. Die hintern oder zweiten Maxillen sind verkümmert. Bei *Evadne*, *Polyphemus*, *Sida* und andern Gattungen liegen in der vorderen Region des Panzers saugscheibenartige Haftorgane.[1]) Die Eier entwickeln sich im Hohlraum des Panzers, und die Jungen nehmen direct die Form des ausgebildeten Thieres an, ausser bei *Leptodora*, wo sie zuerst *Nauplius*form besitzen.

Limnetis und *Estheria* besitzen einen *Daphnia*-ähnlichen, nur noch vollkommner zweischaligen Panzer und daneben die zahlreichen Körpersegmente und die blattförmigen Anhänge der typischen Phyllopoden (Fig. 71).

Nebalia hat einen grossen, wie bei *Squilla* mit einem beweglichen Rostrum versehenen und sich gänzlich vom Kopf absetzenden Panzer, der sich durch seine sehr geringe sternale Krümmung auszeichnet. Bei dieser Gattung sind die Augen gross und gestielt; es sind wohlentwickelte erste und zweite Antennen, Mandibeln und zwei Maxillenpaare vorhanden, von denen das vordere mit einem langen Taster endigt.

---

1) Diese sog. »Haftorgane« sind nach den neuesten Untersuchungen von Claus (»Die Organisation der Polyphemiden«. — Denkschriften der Wiener Akademie, 1877) drüsiger Natur (»Nackendrüsen«). D. Uebers.

Branchipus endlich entwickelt keinen Panzer, weder am Kopf noch am Thorax, und die Segmente des letztern sind vollkommen frei, während der erstere in der Form einem Insecten- oder Edri-

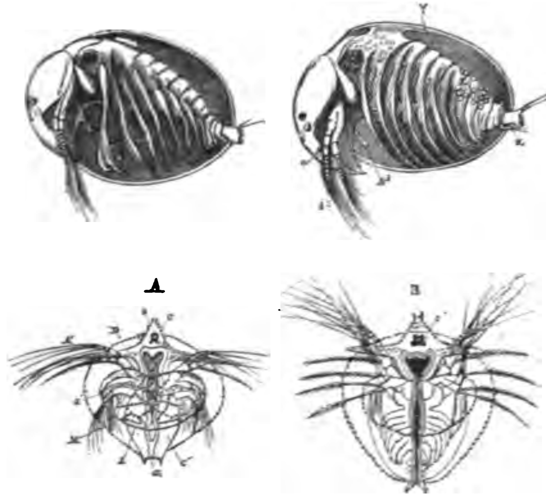


Fig. 71. — *Limnetis brachyurus* (nach GRUBE)[1]. — Die obere linke Figur ist das Männchen, die rechte das Weibchen, in beiden Fällen ist eine Klappe des Panzers entfernt. A^1. erste Antennen: A^2. zweite Antennen. A. Junge Larve. B. Dieselbe, weiter entwickelt. *c*. Kopf; *o*. Auge; *d*. Panzer: c^1. Körper: A^1. zweite Antennen; *M*. Mandibeln; a^1. grosse Platte (Oberlippe?), die den Mund bedeckt.

ophthalmenkopfe gleicht und zwei grosse gestielte Augen, zwei (beim Männchen eigenthümlich umgebildete) erste Antennen, zwei zweite Antennen, ein Mandibel- und zwei Maxillenpaare trägt.

Bei *Estheria* und *Limnetis* trifft man die Männchen in gleicher oder selbst grösserer Zahl als die Weibchen. Von *Limnadia gigas* sind die Männchen noch ganz unbekannt, obwohl man Tausende von Thieren durchsucht hat, wohingegen man bei *L. Stanleyana* mehr Männchen als Weibchen gefunden hat. Bei *Branchipus* sind die Männchen spärlicher als die Weibchen; bei *Artemia* treten sie nur in langen Zwischenräumen auf. Bei *Daphnia* sind nur wenig Männchen vorhanden, und diese erscheinen nur zu gewissen Jahreszeiten. Allein trotz der Seltenheit oder des Fehlens von Männchen bei vielen dieser Gattungen geht die Fortpflanzung sehr rasch vor sich. Die Eier sind nämlich im Stande, sich ohne Befruchtung zu

1 GRUBE, »Ueber die Gattungen *Estheria* und *Limnadia*.« — Archiv für Naturgeschichte, 1854.

entwickeln; isolirte Weibchen der Gattung *Daphnia* erzeugen so ohne bekannte Grenze Generation auf Generation.

Unter gewissen Verhältnissen entwickeln sich jedoch in den Ovarien von diesen »agamischen Eiern«, wie sie LUBBOCK[1]) treffend benannt hat, oder den sogenannten Sommereiern gänzlich verschiedene Körper, in denen sich stark lichtbrechende Körnchen anhäufen; diese Körper bilden die sogenannten »Ephippial- oder Wintereier«. Nach ihrer völligen Ausbildung treten ein oder zwei von ihnen in die Rückenkammer des Panzers, deren Wandungen sich inzwischen verändert haben. Die äussere und innere Schicht des Integumentes nehmen auf einem grossen sattelartigen Gebiete eine eigenthümliche Structur, eine braune Färbung und eine grössere Festigkeit an. Bei der nächsten Häutung werden diese veränderten Theile des Integumentes, die das »Ephippium« bilden, sammt dem bald verschwindenden Rest des Panzers abgeworfen, und das Ephippium bleibt nun sich selbst überlassen als eine Art doppelwandiger Dose mit einem federnden Klappdeckel (das Charnier liegt an der ursprünglichen dorsalen Vereinigungsstelle der beiden Hälften des Panzers), in welcher die Ephippialeier liegen. Das Ephippium sinkt zu Boden, und aus seinem Inhalt gehen früher oder später junge Daphnien hervor.

JURINES und LUBBOCKS Untersuchungen haben ergeben, dass die Entwicklung der Ephippialeier ohne Einfluss des Männchens beginnen kann, und scheinen darzuthun, dass diese Eier sich auch ohne männlichen Einfluss vollkommen ausbilden und abgelegt werden können. Andrerseits besteht unter gewöhnlichen Verhältnissen eine gewisse Beziehung zwischen der vollständigen Entwicklung der Ephippialeier und der Anwesenheit von Männchen, und man hat bisher nicht direct beobachtet, dass von jungfräulichen Weibchen gebildete Ephippialeier sich entwickelt hätten. Die Frage steht also augenblicklich so: die agamischen Eier können s i c h e r ohne Befruchtung sich bilden und zu Jungen entwickeln; die Ephippialeier können sich s i c h e r ohne Befruchtung bilden; ob dagegen Befruchtung absolut nothwendig ist für ihre weitere Entwicklung oder nicht, das ist bis jetzt nicht zu entscheiden.

Die grosse Mehrzahl der *Branchiopoden* lebt im süssen Wasser.

---

1) J. LUBBOCK, »An account of the two methods of reproduction in *Daphnia* and of the structure of the ephippium.« — Phil. Trans. 1857.

Artemia dagegen gedeiht in Soolwasser. Die Gattung *Estheria* kommt schon im Devon vor, und die silurische *Hymenocaris* und deren Verwandte waren wahrscheinlich mit *Apus* verwandt.

4. Die Ostrakoden. — Diese Gruppe umfasst mehrere Gattungen sowohl lebender wie fossiler Crustaceen von meistentheils geringer Grösse. Dieselben sind durch ihre harte, oft verkalkte und deutlich zweiklappige, mit einem Charniergelenk versehene Schale ausgezeichnet. Die Klappen dieser Schale bestehen aus den seitlichen Hälften des Panzers; sie sind häufig ungleich und unsymmetrisch und besitzen eine eigenthümliche Ornamentirung. Die Schalendrüse ist sehr klein. Die *Ostrakoden* sind ferner bemerkenswerth wegen des äusserst rudimentären Zustandes ihres Abdomens und der geringen Zahl ihrer Thoracalanhänge, die nicht blattförmig sind, sondern stark und subcylindrisch, wie die Gangbeine der höhern Crustaceen.

Die Kopfbeuge ist ebenso ausgebildet wie bei den höchsten Crustaceen, so dass das bei *Cypris* (Fig. 72, A) nur undeutlich ge-

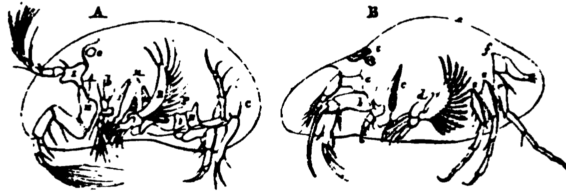


Fig. 72. — A. *Cypris*. — *A. I. II.* Erste und zweite Antennen; *M. I. II. III.* Mandibeln und Maxillen; *P. I. II.* Thoracalgliedmassen; *c.* Schwanzende; *b.* Mandibulartaster; *o.* Auge; *B.* Maxillaranhang. — B. *Cythere*. — *o.* Auge; *a.* erste, *b.* zweite Antenne; *c.* Mandibel; *d.* erste Maxille; *e. e. e.* zweite Maxille und zwei Thoracalgliedmassen; *f.* Schwanzende. (Nach Zenker.)[1]

theilte mediane, bei *Cythere* (B) dagegen unzweifelhaft paarige laterale Auge im obern Theil des vordern Körperabschnitts liegt. Die ersten und zweiten Antennen, die an den entsprechenden, mit ihren Sternaltheilen die vordere Grenze des Körpers bildenden Somiten ansitzen, sind in Gestalt und Function ähnlich den Gangbeinen beschaffen. Nach Zenker münden am Ende des starken Dornes, mit dem die zweite Antenne von *Cythere* ausgestattet ist, die Ausführungsgänge einer eigenthümlichen Drüse. Die Oberlippe ist deutlich; die Mandibeln sind stark und besitzen einen wohlentwickelten Taster. Die erste Maxille ist mit einem grossen blattartigen borsti-

1) Zenker, »Monographie der Ostracoden.« — Archiv für Naturgesch. 1854.

gen Anhange (Epipodit?) versehen. Die zweite Maxille wird bei *Cythere* von dem ersten der bei dieser Gattung vorhandenen drei Paare von Gangbeinen (Fig. 72, B. *e. e. e*) vertreten. Bei *Cypris*, die ein zweites Maxillenpaar besitzt, sind nur zwei Gangbeinpaare vorhanden (Fig. 72, A. *p. I. II.*). Die Mündungen der Fortpflanzungsorgane, die beim Männchen mit einem wunderbar complicirten hornigen Begattungsapparat (den Zenker eingehend beschrieben hat) versehen sind, liegen zwischen dem letzten Thoracalgliedmassenpaar und dem grossen Schwanzhaken.

Von einer Klappe der Schale zur andern ziehen kräftige Adductormuskeln und hinterlassen von aussen sichtbare Eindrücke, deren Form und Anordnung werthvolle systematische Kennzeichen abgeben.

Der Darmcanal der *Ostracoden* ist vorn mit einem aus Hartheilen gebildeten Apparat ausgerüstet, der in vieler Hinsicht der Magenbewaffnung der *Isopoden* gleicht. Es entspringen aus diesem Abschnitt ferner zwei Leberblindsäcke. *Cypris* und *Cythere* besitzen kein Herz; bei *Cypridina*, *Conchoecia* und *Halicryptis* dagegen ist nach Claus ein kurzes sackförmiges, mit einer vordern und zwei hintern Oeffnungen versehenes Herz vorhanden. Das Nervensystem ist schwer zu finden; bei *Cythere lutea* hat jedoch derselbe Beobachter vor dem Munde ein grosses Gehirnganglion gesehen, von dem Nervenfäden zu einer Augenganglienmasse und zu den Antennen traten. Ein hinter dem Munde gelegenes paariges Ganglion versorgt die Gnathiten; drei im Thorax liegende Ganglien entsenden Nervenfäden zu den Anhängen desselben, und ein endständiges Ganglion versorgt den Schwanzanhang und die Genitalien.

Beim Weibchen liegen die Ovarien in den Klappen der Schale und gehen in Oviducte aus, die mit getrennten Oeffnungen vor dem Schwanzanhange ausmünden. Unmittelbar vor ihnen liegen die Mündungen zweier hornigen, von Zenker als Scheiden bezeichneten Canäle, deren jeder sich in einen langen, gewundenen, durchsichtigen Schlauch fortsetzt und schliesslich mit einer grossen Blase, der Samentasche, in welche die Spermatozoen des Männchens aufgenommen werden, endigt.

Bei den Männchen sind die zweiten Antennen, die zweiten Maxillen oder auch einige von den Thoracalgliedmassen als Klammerorgane zum Ergreifen und Festhalten des Weibchens umgebildet. Die Hoden sind bei *Cypris* lange Blindschläuche, bei *Cythere* kug-

lige Blasen und stehen mit einem langen Samenleiter im Zusammenhang, der in die Begattungsorgane mündet. Bei *Cypris* steht mit dem Samenleiter eine eigenthümliche cylindrische Schleimdrüse in Verbindung. Die merkwürdigste Eigenthümlichkeit des männlichen Geschlechtsapparates besteht jedoch vielleicht in der Grösse der Spermatozoen, die bei *Cypris ovum* nach Zenker über ein Drittel der Körperlänge erreichen. Sie besitzen eine spiralig gewundene Hülle und sind gänzlich unbeweglich.

Die *Ostrakoden* heften ihre Eier entweder an Wasserpflanzen an oder tragen sie zwischen den Klappen des Panzers mit sich umher.

Claus hat die Entwicklung von *Cypris* verfolgt. Dieselbe durchläuft neun Stadien, die sich nicht nur durch die Gestalt des Panzers, sondern auch durch die Zahl und Form der Gliedmassen unterscheiden. Jedes Entwicklungsstadium endigt mit einer Abstreifung der Chitincuticula des Körpers und der Schale. Wenn die *Cypris* das Ei verlässt, hat sie die Gestalt eines *Nauplius* mit einem unpaaren medianen Auge und nur drei Gliedmassenpaaren (den künftigen ersten und zweiten Antennen und den Mandibeln); keines von diesen ist aber in zwei Aeste getheilt. Der Körper ist seitlich comprimirt und hat eine zweiklappige Schale.

Die Veränderungen, welche die marinen *Ostrakoden* nach dem Ausschlüpfen durchlaufen, sind viel weniger ausgeprägt.

Fossile *Ostrakoden* sind aus alten Zeiten, von den ältern paläozoischen Formationen an, in grosser Menge bekannt, und die ältesten Formen unterscheiden sich, soweit die Charaktere der Schale ein Urtheil gestatten, nur sehr wenig von den jetzt lebenden.

5. Die Pectostraken. — Die *Pectostraken* (*Rhizocephalen* und *Cirripedien*) verlassen das Ei als Nauplius mit drei Paaren beinartiger Anhänge, von denen das vorderste Paar ungetheilt ist, während die beiden hinteren Paare zweiästig sind (Fig. 74, A). Später tritt in den meisten Fällen vor dem ungetheilten Paare ein weiteres Paar fadenförmiger Anhänge auf. Es ist ein scheibenförmiger Panzer vorhanden, dessen vordere seitliche Winkel gewöhnlich lang ausgezogen sind. In der Folge wird der Panzer zweischalig (wie bei vielen *Phyllopoden* und bei den *Cladoceren* und *Ostrakoden*), und das vordere ungetheilte Gliedmassenpaar verwandelt sich in verhältnissmässig grosse, gegliederte, mit einem saugnapfähnlichen Organ versehene Anhänge. Der

Thorax wächst nun aus und entwickelt in der Regel sechs Paar Anhänge. Schliesslich heftet sich die zweischalige Larve mit den Saugnäpfen ihrer vordern Gliedmassen fest, die präorale Region des Kopfes vergrössert sich und verwandelt sich bei den gewöhnlichen *Cirripedien* in die Basis oder den Stiel, während sie andrerseits bei den *Rhizocephalen* die wurzelartigen Fortsätze aussendet, mit denen diese Thiere in den Geweben ihrer Wirthe schmarotzen. Die *Pectostraken* sind fast sämmlich zwittrig, sonst ein Ausnahmeverhältniss bei den Crustaceen. Sie besitzen kein Herz.

a. Die Cirripedien. — Man kann den ältern Naturforschern schwerlich einen Vorwurf daraus machen, dass sie die Verwandtschaft zwischen den festsitzenden »Meereicheln« einer felsigen Küste mit den zwischen denselben umherlaufenden Taschenkrebsen nicht erkannt haben, oder dass sie die »Entenmuscheln« zu den Mollusken rechneten, statt ihnen denjenigen Platz unter den Crustaceen anzuweisen, den ihnen jetzt jeder urtheilsfähige Forscher giebt. Nichts sieht in der That auf den ersten Blick weniger wie ein Krebs aus als ein *Balanus* oder eine *Lepas*, Ersterer mit der Basis seines vielschaligen kegelförmigen Gehäuses, Letztere mit ihrem fleischigen contractilen Stiele fest am Boden anhaftend; das einzige Lebenszeichen, das beide von sich geben, besteht darin, dass aus der klappenartigen Oeffnung des Gehäuses ein Bündel krummer fadenförmiger Cirren abwechselnd vorgeschnellt und zurückgezogen wird, die mit fegender Bewegung durch das Wasser streichen und die darin schwebenden Nahrungsbestandtheile dem Munde zuführen.

Die Klappen, zwischen denen die Cirren hindurchtreten, sind sowohl bei *Balanus* wie bei *Lepas* durch vier Kalkstücke, zwei an jeder Seite, verstärkt. Die Stücke jeder Hälfte sind durch eine schräge Naht oder durch ein regelmässiges Gelenk verbunden, während die beiden Stücke von gegenüberliegenden Seiten nur an einem Rande zusammenhängen, entweder unmittelbar (*Balanus*) oder durch Vermittlung eines Zwischenstückes (*Lepas*).

Die oberen oder distalen Stücke heissen die *Terga*, die unteren oder proximalen die *Scuta*, das Zwischenstück die *Carina*. Bei *Lepas* sind keine weiteren äusseren Harttheile vorhanden; bei *Balanus* hingegen ist das kegelförmige Gehäuse, in das die Klappen mehr oder minder vollständig zurückgezogen werden können, aus sechs Abschnitten oder Feldern zusammengesetzt. Von diesen liegt eines

an derselben Seite wie die Oeffnung zwischen den Klappen, ein anderes genau an der gegenüberliegenden Stelle, oder an der Seite, wo die Klappen zusammenhängen. Letzteres Stück ist ein Homologon des Zwischenstückes oder der Carina bei *Lepas*; das erstere aber besteht bei *Balanus* aus drei verschmolzenen Stücken, dem medianen *Rostrum* und den beiden *Rostrolateral*feldern. Zu beiden Seiten der Carina findet sich ein *Carinolateral*feld und zwischen diesem und dem zusammengesetzten Rostrum ein *Lateral*feld.

Wenn die Schale aus ihren acht typischen Stücken bestände (wie sie es bei der Gattung *Octomeris* thut), so würde man an jedem ein dreieckiges freies Mittelstück und zwei seitliche Flügel bemerken. Das erstere wird immer als *Paries* bezeichnet, die letzteren jedoch erhalten verschiedene Namen, je nachdem sie über andere hinübergreifen oder von andern bedeckt werden. Im erstern Falle heissen sie *Radii*, im letztern *Alae*. Typisch greifen nun über das Rostral- und das Carinalfeld an beiden Seiten die benachbarten Stücke über: ihre Flügel sind also beide Alae; die Lateral- und Carinolateralfelder dagegen sind an der einen Seite überdeckt, greifen aber an der andern über die Nachbarn über: sie besitzen demnach an einer Seite eine Ala, an der andern einen Radius, während das Rostrolateralfeld an beiden Seiten die nebenliegenden Stücke deckt, seine Flügel mithin beide Radii sind. Bei *Balanus* jedoch hat, da das Rostrum und die Rostrolateralfelder von einem einzigen durch Verschmelzung dieser Stücke entstandenen Felde vertreten sind, dieses Stück an beiden Seiten Radien.

So verschieden auch *Lepas* und *Balanus* aussehen, so besteht doch in wesentlichen Bauverhältnissen eine grosse Aehnlichkeit. Beginnen wir mit *Lepas*. Schneiden wir das Scutum und Tergum einer Seite weg (Fig. 73, B), so sieht man den hintern Körpertheil des Thieres innerhalb des von den Klappen der Schale gebildeten Sackes des *Capitulums* liegen, an dem es nur an der rostralen Seite und unten durch einen verhältnissmässig engen Isthmus befestigt ist. Unmittelbar hinter dieser Stelle erweitert sich der Körper zu dem von DARWIN[1]) so genannten *Prosoma*, die auf das Prosom folgenden Thoraxsegmente aber werden allmählich nach hinten hin immer dünner. An dem Thorax sind sechs Paare von Anhängen *a* angebracht; jeder besteht aus einem Basalglied (Protopodit), das

1) Cf. DARWIN. »Monograph of the Cirripedia«. 1851, 1854.

mit zwei langen vielgliedrigen Cirren, den Vertretern des Endopodits und Exopodits, endigt. Auf den Thorax folgt ein mit zwei kurzen Schwanzanhängen versehenes und in einen langen, borstigen, geringelten Penis (*f*) ausgehendes rudimentäres Abdominalsegment. An einigen der Thoracalsomiten sitzen ferner fadenförmige

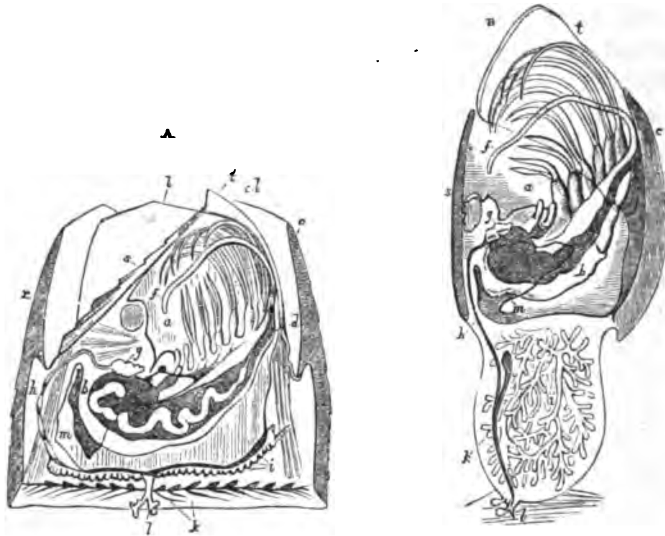


Fig. 78. — A. Diagrammatischer Längsschnitt durch einen *Balanus;* B. durch eine *Lepas.* — *a.* steht in der Höhle des Sackes und über der Oberlippe; *b.* Prosoma; *c.* Carina; *c. l.* Carinolateralfeld; *l.* Lateralfeld; *r.* Rostrum; *s.* Scutum; *t.* Tergum; *f.* Penis; *g.* darmförmige Drüse; *h.* der Gang, den diese mit *k.* der Kittdrüse und ihrem Ausführungsgange verbindet; *l'.* Antennen; *i.* Ovarialschläuche; *m.* Frenum ovigernm; *d.* After.

Anhänge, und von der innern Wand des Sackes ragt jederseits ein dreieckiger Fortsatz, das *Frenum ovigerum* (*m*) hervor.

Der Mund liegt am hintern Theil einer an der Rostralfläche des Prosoms sitzenden vorspringenden Masse. Diese besteht hauptsächlich aus einer grossen Oberlippe, hinter der ein Mandibelpaar mit grossen borstigen Tastern und zwei Maxillenpaare stehen. Vorn geht das Prosom durch einen engen Isthmus in den Rostraltheil des Stieles über, zu dem es sich gleichsam erweitert, während die hintern Ränder des Stieles mit den Wänden des Sackes zusammenhängen.

Das Ende des Stieles ist durch eine eigenthümliche Kittsubstanz an dem Körper, auf dem die *Lepas* sitzt, befestigt; löst man das Thier jedoch sorgfältig ab, so findet man an dem rostralen Theile seiner Oberfläche ein Paar winziger, seltsam aussehender Organe;

jedes besteht aus zwei proximalen Gliedern; darauf folgt ein zu einer Saugscheibe erweitertes und am Ende ein verlängertes borstenartiges Glied (Fig. 73, A. B. *l*). Es sind die Ueberreste der vordern Anhänge der Larve.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass das festsitzende Ende des Stieles thatsächlich das Vorderende des Körpers der *Lepas* ist; eine »Entenmuschel« ist also ein mit seinem Kopfe festsitzender Krebs, der sich seine Nahrung mit den Füssen in den Mund strudelt.

Der Mund blickt bei *Lepas* gegen das hintere Körperende hin und führt in einen schlauchförmigen Oesophagus, der nach vorn zieht und durch einen weiten hintern Abschnitt sich in den kugligen Magen öffnet. Von dieser Stelle ab wendet der Darmcanal sich nach hinten um und verjüngt sich allmählich zum Enddarm, der in den am Ende des Abdomens, tergalwärts vom Penis gelegenen After ausgeht. Zwei ansehnliche verästelte, wahrscheinlich als Leber fungirende Blindsäcke gehen vom Magen aus, entsprechen also ihrer Lage nach ganz denen von *Daphnia*. Ein Herz oder andere Kreislaufsorgane kennt man nicht, und es ist wol zweifelhaft, ob die *Frena ovigera*, wie man vermuthet hat, als Kiemen dienen.

Das Nervensystem besteht aus einem vor dem Oesophagus gelegenen Paar von Gehirnganglien, welche durch lange Commissuren mit dem vordersten der fünf Thoracalganglienpaare zusammenhängen, von denen die Nerven zu den Gliedmassen ausgehen. In der Mittellinie giebt das Gehirnganglion zwei zarte Nerven ab, welche einander parallel vor dem Magen hinziehen und zu zwei Ganglien anschwellen, von denen aus sie sich zu einer die Augen darstellenden paarigen Pigmentmasse begeben. Aus den äussern Winkeln des Gehirnganglions entspringen die grossen Nerven, welche in den Stiel treten und den Sack versorgen. Dieselben dürften den Antennen- und Stirnnerven der übrigen Crustaceen entsprechen. Darwin beschreibt ferner ein ausgedehntes System von Eingeweidenerven.

Lepas ist wie die Mehrzahl der *Cirripedien* zwittrig. An frischen Exemplaren sieht man die Samenblasen leicht als weisse, von Spermatozoen strotzende Stränge vom Peniscanal, in den sie münden, an beiden Seiten des Körpers nach vorn bis an das Prosom ziehen, wo sie mit erweiterten Abschnitten enden, die mit einer Menge von verästelten, den eigentlichen Hoden bildenden Blindsäcken zusammenhängen.

Die Ovarien sind verästelte, mit blindsackartigen Erweiterungen besetzte Schläuche, die im Stiele liegen. Die Eileiter treten in den Körper und endigen nach KROHN in Oeffnungen am Basalgliede des ersten Cirrhenpaares.[1]) An jeder Seite des Darmes liegt eine »darmförmige« Drüse, wie sie DARWIN genannt hat, wahrscheinlich accessorische Drüsen der Fortpflanzungsorgane, analog denjenigen, welche bei den *Copepoden* die Wandung der Eiersäcke absondern.

Wie die Eier aus dem Ovarium austreten und wo sie befruchtet werden, weiss man noch nicht sicher; schliesslich findet man sie durch Chitin zu grossen Lamellen zusammengekittet, die an den Frena ovigera hängen und gewöhnlich auf den ersten Blick in die Augen fallen, wenn man das Capitulum eines Cirripeds öffnet.

Die Dotterfurchung ist eine totale, und der Embryo erreicht seinen frühesten Larvenzustand schon im Ei. Nimmt man eine Reihe frischer Eierlamellen und zerzupft sie in einem Uhrschälchen voll Seewasser, so kann man ziemlich sicher sein, eine zu finden, aus der eine Anzahl munterer kleiner *Nauplien* hervorschwärmt (Fig. 74, A). Ein jeder besitzt einen etwa dreieckigen Körper, der hinten in der Mittellinie und an seinen vordern seitlichen Winkeln spitzig ausgezogen ist. Der Mund liegt auf einer rüsselförmigen Hervorragung in der Nähe der Mitte des Körpers und zwischen drei Paaren von Schwimmbeinen, deren hintere zwei mit je zwei Aesten enden. Vor dem Munde entwickeln sich entweder schon in diesem Stadium oder nach einer oder zwei Häutungen oftmals zwei Fäden. Vor den Basen der vordersten Anhänge liegt ein unpaarer Augenfleck. Nach mehrfachen Häutungen nimmt die Larve eine neue Gestalt an und tritt damit in ihr zweites Stadium. Der Panzer ist jetzt oval und comprimirt, so dass er viel Aehnlichkeit mit dem von *Daphnia* oder *Cypris* hat. Ferner sind zwei Augen vorhanden. Das

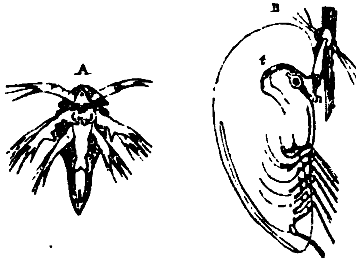


Fig. 74. — A. Larve von *Balanus balanoides*, welche eben aus dem Ei ausgeschlüpft ist (nach SPENCE BATE). B. angeheftete Puppe von *Lepas australis* (DARWIN); *n*. Antennenapodemen; *t*. darmförmige Drüse mit dem zur Antenne hinziehenden Kittgang.

---

1) Die Lage dieser Oeffnungen entspricht derjenigen der vermuthlich zu den Schalendrüsen gehörenden Oeffnungen bei *Limnadia* und *Apus*.

erste Paar von Schwimmanhängen des *Nauplius* ist in antennenförmige Organe verwandelt, deren jedes einen Saugnapf trägt.[1]. Hinter dem Munde treten die Anlagen von sechs Cirrhenpaaren auf.

Im dritten Stadium ist die Larve, nach DARWINS Schilderung, »stark comprimirt, fast von der Gestalt einer *Cypris* oder einer Muschel; das Vorderende ist das dickste, die Sternalfläche fast oder ganz gerade, die Dorsalfläche gewölbt. Beinahe das ganze äusserlich sichtbare Thier besteht aus dem Panzer; denn der Thorax und die Gliedmassen sind von der hintern Verlängerung desselben versteckt und umschlossen; und selbst am Vorderende des Thieres kann die schmale Sternalfläche so emporgezogen werden, dass sie gleichfalls mit eingeschlossen wird.« Die Larve besitzt in diesem Stadium zwei grosse zusammengesetzte seitliche Augen, während das mediane Auge in seiner Entwicklung zurückgeblieben ist. Der Mundhöcker besitzt alle Gnathiten eines Cirrhipeds, allein sie sind von einem undurchbrochenen Integument bedeckt, so dass diese »bewegliche Puppe«, wie DARWIN dieses Stadium nennt, nicht fressen kann. Es sind sechs Beinpaare vorhanden, und der Thorax geht in ein Abdomen über, das aus drei Somiten und zwei Schwanzanhängen besteht. Ein Penis ist nicht vorhanden. Die merkwürdigsten Gebilde in der Puppe sind jedoch die »darmförmigen Drüsen«, welche bereits sehr entwickelt sind, und aus denen sich der Kitt bis zu den Scheiben der Antennen, an deren Fläche sie ausmünden, verfolgen lässt. Nachdem die Puppe eine Zeitlang umhergeschwommen ist, sucht sie sich ihre dauernde Ruhestätte aus und heftet sich dort fest, erst nur mittels ihrer Saugscheiben. Die zeitweilige Anheftung verwandelt sich jedoch bald in eine dauernde, indem der Kitt aus den Excretionsöffnungen an den Scheiben hervorquillt und dieselben sammt dem Vorderende des Körpers an der Unterlage festklebt.

Gleichzeitig mit diesen Vorgängen, während des Ueberganges der beweglichen Puppe in das festsitzende junge Cirrhiped, finden andere wichtige Veränderungen statt. Die zusammengesetzten Augen

---

1 Nach CLAUS »Grundzüge der Zoologie«, 3. Aufl. S. 460, verschwindet das zweite Anhangpaar, und aus dem dritten entstehen die Mandibeln. In diesem Falle stellen die Antennen erste Antennen dar und die Gliedmassen des Cirripedien-Nauplius entsprechen denjenigen des Copepoden- oder Branchiopoden-Nauplius.

werden abgeworfen und mit ihnen die von dem Integument der tiefen Falte, welche den dem Schnabel einer *Daphnia* oder einer *Limnetis* entsprechenden Körpertheil vom Prosom trennt, gelieferten Antennenapodemen. Dadurch kann die Falte verstreichen, und infolge dessen bleibt der Panzer des Cirripeds nicht mehr oder minder mit der Ansatzfläche parallel, sondern stellt sich senkrecht dazu. Ferner sind in der Puppe die Achse des Panzers und die des Körpers identisch gerichtet; während der letzten Häutung dehnt sich aber die Kammer des Panzers viel mehr an der tergalen als an der sternalen Seite nach vorn aus und trennt dadurch den tergalen Theil des Prosoms von dem »Schnabel«, mit dem er ursprünglich zusammenhing: so nimmt der Körper des Cirripeds seine endgültige Stellung ein, fast quer zur Achse des Panzers.

Nun treten die Terga und Scuta als hornige Verdickungen und später als Verkalkungen in der Wand des Capitulums auf. Die Frena und der Penis erscheinen, und im Prosom wie im Stiele, der durch allmähliche Verlängerung des »Schnabels« der Puppe entsteht, entwickeln sich die Geschlechtsorgane.

Nachdem das Cirriped so seine vollkommne Gestalt erreicht hat, hört es auf, seinen Panzer zu häuten; die Häutung bleibt hinfort auf die innere Auskleidung des Sackes und das Integument des Körpers beschränkt.

Das ist der Bau und die Entwicklung eines typischen gestielten Cirripeds. Bei andern Gattungen, wie bei *Pollicipes*, entwickeln sich Kalkplatten am Stiel und bereiten dadurch auf die Felder der festsitzenden Formen vor. Die letzteren, als deren Typus *Balanus* gelten kann, unterscheiden sich in ihrem Baue von *Lepas* in keinem wesentlichen Punkte. Der kurze und breite, nicht dünne und langgestreckte Stiel ist von seinen Feldern eingeschlossen und sitzt manchmal mit einer schalenartigen Basis fest. Die Anordnung der Kittschichten ist oftmals äusserst complicirt; die Scuta und Terga articuliren mit einander; die Frena sind viel grössere Organe und besorgen möglicher Weise die Athmung; die Thoracalganglien sind zu einer Masse zusammengedrückt, und der Kittapparat ist viel complicirter.

Die gestielten und sitzenden Cirrhipedien bilden zusammen bei Weitem die grösste unter den von Darwin unterschiedenen drei Gruppen, nämlich diejenige der *Thoracica*, welche durch den Besitz

von Beinen an den Thoracalsomiten und ein rudimentäres Abdomen ausgezeichnet sind.

Die zweite Gruppe, die der *Abdominalia*, umfasst nur eine Gattung, *Cryptophialus* (Fig. 75, 5, 6), die keine Thoracalgliedmassen besitzt, dagegen mit drei Paaren von Abdominalanhängen ausgestattet ist. Die Larve ist in ihrem ersten und zweiten Stadium, das sie innerhalb des Sackes des Mutterthieres durchmacht, sehr unvollkommen.

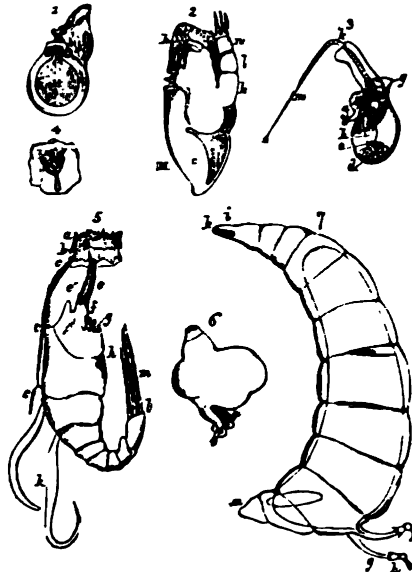


Fig. 75. — 1. *Alcippe lampas*, Weibchen. 2. Dasselbe im Längsschnitt. H. Hornige Ansatzscheibe. In 1. sieht man die Männchen als schwarze Flecke an beiden Seiten des obern Theiles des Sackes. *c*. Ovarium; *h*. erstes Cirrenpaar; *k*, *l*, *n*. drei Thoracalsegmente ohne Cirren; die drei andern Segmente, welche die drei Paare von Endcirren tragen, sind sehr kurz. 3. *Alcippe*-Männchen. *a*. Antennen; *b*. Samenblase; *o*. Auge; *d*. Hode; *k*. Oeffnung des Sackes; *m*. Penis; *g*. seitlicher Lappen des Stieles. 4. Bohrloch einer *Alcippe* in einem Stück einer *Fusus*-Schale. 5. *Cryptophialus minutus* (Weibchen) nach Entfernung des äussern Integumentes. *e*. Oberlippe; *f*. Taster; *g*. äussere Maxillen; *h*. rudimentäre Kieferfüsse; *c*. Wand des Sackes, die sich nach oben in den Rand der Oeffnung *a*, *b*. fortsetzt. *l*, *m*. Abdominalcirren. *k*. Anhänge unbekannter Natur. 6. *Cryptophialus*-Männchen. 7. *Proteolepas bivincta*. *m*. Mund; *g*, *h*. Stiel und Antenne. *i*, *k*. Samenblase und Penis (nach Darwin).

Die dritte Gruppe, die der *Apoda*, umfasst gleichfalls nur eine Gattung, die merkwürdige *Proteolepas* (Fig. 75, 7), die weder Thoracal- noch Abdominalgliedmassen besitzt; sie hat einen wurmförmigen Körper und einen rudimentären Stiel, bestehend aus zwei mit den charakterischen antennenförmigen Organen endenden Fäden.

Bei der grossen Mehrzahl der Cirripedien ist der Geschlechtsapparat wie bei *Lepas* angeordnet; *Cryptophialus* und *Alcippe* aber

sind eingeschlechtlich, und das Männchen ist in Gestalt und Grösse ganz verschieden vom Weibchen (Fig. 75, 3, 6).

Die *Balaniden* oder sitzenden Cirripedien zeigen sämmtlich die normalen Geschlechtsverhältnisse. Die andere Gruppe der *Thoracica*, die der *Lepadiden*, aber enthält zwei Gattungen, *Ibla* und *Scalpellum*, welche nicht nur Arten umfasst mit getrennten Geschlechtern, sondern andere mit der seltsamen Combination von Männchen und Zwittern. So ist *Scalpellum vulgare* zwittrig, mit wohlentwickelten männlichen und weiblichen Organen versehen. Trotzdem befindet sich an der innern Seite des Randes seines Tergums eine Falte, über der, umschlossen von dem borstigen Chitinrande des Scutums, gewöhnlich ein winziges, ovales, sackartiges Geschöpf sitzt, durch einen Kitt befestigt, der die charakteristischen Antennen eines Cirripeds bedeckt. In dem Sacke liegt ein Thorax mit vier Paaren rudimentärer Anhänge und einem kurzen Abdomen. Es ist weder ein Mund noch ein Darmcanal noch Gnathiten vorhanden; der Innenraum des Körpers ist hauptsächlich von einer grossen Samenblase erfüllt; von weiblichen Organen findet sich keine Spur. Es ist mithin ein accessorisches oder »Ergänzungsmännchen«. Bei *Scalpellum ornatum* sind die Individuen männlich und weiblich: zwei von den ersteren sitzen in Höhlen der Scuta eines der letzteren, wie bei der vorigen Art und bei *S. rutilum*. Die Männchen haben keinen Mund. Bei *S. rostratum* sitzen Ergänzungsmännchen mit Verdauungsorganen im Innern des Sackes des Zwitters, während *S. Peronii* und *villosum* noch vollkommnere Ergänzungsmännchen in gleicher Lage besitzen. Bei *Ibla Cumingii* hat das Weibchen ein wurmförmiges, mit wohlentwickelten Verdauungsorganen ausgerüstetes Männchen in seinem Sacke sitzen; bei der einzigen andern Art dieser Gattung, *I. quadrivalvis*, sitzt dagegen ein ähnlich gebautes Ergänzungsmännchen in einer relativ grossen zwittrigen Form.

Was die Lebensweise der Cirripedien betrifft, so ist die Mehrzahl einfach festgekittet auf fremden Körpern. *Anelasma* und *Tubicinella* bohren sich jedoch theilweise in die Haut von Haien und Walen ein und bereiten uns so auf die vollkommen bohrende Lebensweise von *Cryptophialus*, *Lithotrya* und *Alcippe* vor, welch letztere (Fig. 75, 1, 2, 3) auch an der englischen Küste in todten Molluskenschalen haust.

Proteolepas lebt im Sacke von *Alepas cornuta*, wie es scheint.

als echter Schmarozer, indem sie die Nahrungssäfte aus dem weichen Prosom ihres Wirthes saugt.

Die *Cirripedien* leben fast ausschliesslich im Meere; nur wenige Arten ertragen brakiges Wasser. Im fossilen Zustand hat man bis jetzt nur die *Thoracica* gefunden. Die älteste bekannte Gattung, *Pollicipes*, kommt im untern Oolith vor; aus der Kreide giebt es eine einzige *Verruca*-Art; die sitzenden Cirripedien aber werden erst in der Tertiärzeit zahlreich.

b. Die Rhizocephalen (*Peltogaster* (Fig. 76, C), *Sacculina*) sind klein und leben gewöhnlich als Schmarotzer am Abdomen anderer Crustaceen (Podophthalmen). Der Körper hat die Gestalt eines Sackes oder einer Scheibe und entbehrt der Segmentirung wie der Gliedmassen. Die Oeffnung des Sackes ist trichterförmig und wird von einem Chitinringe gestützt. Der Umfang des Trichters giebt eine Anzahl wurzelähnlicher Fortsätze ab, welche sich im Körper des Wirthes verästeln. Der Darmcanal ist verkümmert, und Kittdrüsen sind nicht vorhanden. Die Thiere sind zwittrig, und die Jungen durchlaufen wie bei den andern *Pectostraken* ein *Nauplius*- (Fig. 76, A) und ein *Cypris*-Stadium (B).[1]

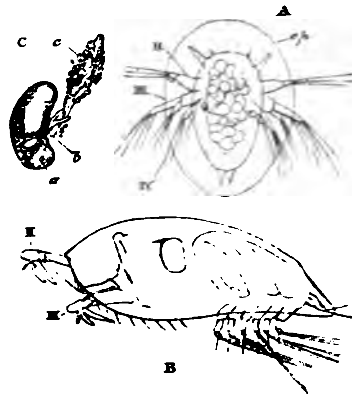


Fig. 76. — A. *Nauplius*-Stadium von *Sacculina purpurea*: *cp.* Panzer. B. *Cypris*-Stadium von *Lernaeodiscus porcellanea*. C. Ausgebildeter *Peltogaster paguri*: *a.* Vorderende des Körpers; *b.* Oeffnung; *c.* wurzelartige Fortsätze. (Nach FR. MÜLLER.)

Die Malakostraken.

Unter dieser Bezeichnung fassen wir hier die als *Podophthalmen*, *Cumaceen*, *Edriophthalmen* und *Stomatopoden* bekannten Crustaceen zusammen.

---

[1] Mit dem Ausdruck »*Cypris*-Stadium«, den man gewöhnlich für den durch seinen zweischaligen Panzer ausgezeichneten Larvenzustand der *Pectostraken* gebraucht, soll nicht gesagt sein, dass eine besondere Verwandtschaft mit den *Ostrakoden* bestände. Im Gegentheil hat die Larve im *Cypris*-Stadium viel mehr Aehnlichkeit mit einem *Copepoden* oder einem *Branchiopoden*.

Der Körper besteht aus zwanzig Somiten (das die Augen tragende als eines gerechnet) und von diesen bilden sechs, nämlich diejenigen, welche die Augen, die beiden Antennenpaare, die Mandibeln und die beiden Maxillenpaare tragen, den Kopf; acht gehen in den Thorax auf und tragen die Kieferfüsse und Gangbeine, und sechs bilden das Abdomen mit den Schwimmbeinen. In einigen wenigen Fällen ist die Zahl der Somiten reducirt, aber niemals beträgt sie über zwanzig.

Die *Nauplius*-Form des freilebenden Embryos ist selten, kommt aber noch in einigen Fällen vor (*Peneus*). In andern (*Mysis*) ist sie nur durch einen vorübergehenden Zustand des Embryos vertreten, während dessen sich jedoch eine Chitincuticula bildet, die dann abgeworfen wird. Augenscheinliche Ueberreste einer solchen vorübergehenden Erinnerung an ein ursprüngliches *Nauplius*-Stadium finden sich ferner bei vielen *Amphipoden* und *Isopoden*, die schon innerhalb des Eies fast ihre ausgebildete Gestalt erlangen. Bei den meisten *Podophthalmen* verlässt der Embryo das Ei nicht als Nauplius, sondern als eine *Zoëa* mit Thoracal-, aber ohne Abdominalanhänge, in mancher Hinsicht Copepoden ähnlich.

Die *Cumaceen* nehmen eine vermittelnde Stellung zwischen den *Podophthalmen* und *Edriophthalmen* einerseits und den *Phyllopoden* (*Nebalia*) andrerseits ein. Sie verbinden also die *Malakostraken* mit den *Entomostraken*.

Die Podophthalmen. — Es wird zweckmässig sein, das Studium der Malakostraken mit den *Podophthalmen* zu beginnen, und da man ausgezeichnete Beispiele dieser Gruppe von bequemer Grösse in dem Flusskrebs (*Astacus fluviatilis*) und dem Hummer (*Homarus vulgaris*) leicht haben kann, so wollen wir die Organisation des *Actacus* ausführlich schildern. Mit einigen unwesentlichen Modificationen passt das zu Sagende auch auf den Hummer.

Der obere, vordere Theil des dichten und mehr oder minder verkalkten äussern Skeletes, das den Körper des *Astacus* bedeckt, der Panzer, hat die Gestalt einer grossen schildartigen Platte, die zwischen den Augen in einen starken Stirnstachel ausläuft und an den Seiten umgebogen ist, so dass sie die Basis der Beine berührt. Der hintere Abschnitt des Körpers dagegen sieht ganz anders aus: er ist in eine Reihe von gesonderten, beweglichen Somiten getheilt. Man bezeichnet ihn als Abdomen, während der vom Panzer bedeckte

vordere Theil dem Kopf und Thorax anderer Arthropoden entspricht und den Namen Cephalothorax erhält.

Wendet man sich nun zur Bauchfläche des Krebses, so sieht man eine grosse Anzahl von Beinen oder Anhängen, zwanzig Paare im Ganzen, am Cephalothorax und Abdomen sitzen; davon kommen sechs auf den letztern und vierzehn auf den erstern Körperabschnitt.

Die sechs Paare von Abdominalanhängen sind gewöhnlich unter dem Namen der »falschen« oder »Schwimmfüsse« bekannt. Sie sitzen nur an den sechs vordern Abdominalsegmenten; das letzte ist ganz ohne solche Organe. Von den vierzehn Paaren der Cephalothorax-Anhänge heissen die fünf hintern die »Gangbeine«, da sie die Organe bilden, mit denen der Krebs gehen kann. Genau genommen ist jedoch das vorderste von den fünf Paaren ebenso gut Greif- wie Gehorgan, indem es nämlich zu den grossen »Scheeren« (*Chelae*) umgebildet ist.

Von den sechs nächsten Paaren sind fünf auf den ersten Blick nicht zu sehen, sondern nur das hinterste Paar, welches über den Mund hinübergreift und die andern verdeckt. Dieses und die zwei unmittelbar darunter oder davor gelegenen Paare heissen *Maxillipeden* oder »Kieferfüsse«. Die nächsten zwei zarten und blattförmigen Paare sind die Maxillen, während unter oder richtiger vor ihnen zwei starke gezähnte Organe, die Mandibeln, liegen. Diese, die Maxillen und die Kieferfüsse bilden also sechs Paare von Gnathiten.

Die noch übrigen drei Anhangpaare nehmen die Seiten des Vordertheiles des Cephalothorax, vor dem Munde, ein. Das hinterste Paar oder die langen Fühler sind die »zweiten Antennen« (*Antennae*), das nächste oder die kurzen Fühler die »ersten Antennen« (*Antennulae*), während das vorderste Paar aus den beweglichen Stielen besteht, welche an ihrem Ende die Augen tragen, die »Augenstiele« oder »Ophthalmiten«.

Um zu einem Verständniss der Zusammensetzung dieses complicirten Körpers mit seinen vielgestaltigen Anhängen zu kommen, müssen wir zuerst eines der Abdominalsegmente — sagen wir, das dritte — loslösen und sorgfältig betrachten. Ein solches Segment ist im senkrechten Querdurchschnitt nahezu halbkreisförmig: die Rückenwand oder das Tergum ist stark convex und sendet dort, wo es die Höhe der fast geraden Bauchwand oder des Sternums erreicht, einen platten Lappen nach unten, der an seinem freien Ran

in eine entsprechende Verlängerung der Bauchwand umbiegt, so dass die untere seitliche Ecke eines Segments sich jedesmal in einen hohlen Fortsatz, das *Pleuron*, auszieht. Nahe am äussern Rande der geraden Bauchwand finden sich in jedem Segment zwei Gelenkgruben zur Aufnahme der Basalglieder der Anhänge. Eine am Tergum sichtbare Querfurche schneidet von der Oberfläche desselben etwas mehr als das vordere Drittel als eine glatte, convexe, linsenförmige Facette ab, welche bei ausgestrecktem Abdomen von dem hintern Rande des vorhergehenden Segments vollständig bedeckt wird und nur bei vollkommner Beugung unbedeckt bleibt. Es ist die »Tergalfacette«. Eine entsprechende platte und etwas ausgehöhlte Fläche an der vordern Hälfte des Pleurons, über welche in ähnlicher Weise das vorangehende Pleuron hinübergreift, und welche nur bei vollkommner Streckung unbedeckt bleibt, mag die »Pleuralfacette« heissen. Man wird bemerken, dass eine grosse Aehnlichkeit zwischen dem Skelet eines Abdominalsomits eines Flusskrebses und dem eines Thoracalsomits eines Trilobiten besteht, abgesehen davon, dass bei dem Letzteren die Sternalregion nicht verkalkt ist.

Die Anhänge des Segments (Fig. 77, K) sind sehr einfach: sie bestehen aus einem Basalabschnitte, der in zwei Glieder zerfällt, ein kürzeres proximales und ein längeres distales; am Ende des letzteren sind zwei vielgliedrige Fäden eingelenkt. Der innere von diesen unterscheidet sich von dem äussern durch den Besitz eines länglichern und breitern Basalgliedes. Der ganze Basalabschnitt der Anhänge ist das *Protopodit*, während die innern und äussern Endfäden das *Endopodit* (*b*, *c*) und das *Exopodit* (*d*) bilden.

Ein Abdominalsegment oder -Somit ist also zusammengesetzt aus einem Tergum, zwei Pleuren und einem Sternum; allein man muss im Auge behalten, dass diese Ausdrücke vielmehr Regionen als anatomische Elemente bezeichnen: das Segment ist als Ganzes verkalkt, und die einzelnen Abschnitte sind nicht durch Nähte oder andere absolute Grenzen von einander geschieden. Ferner trägt das Somit zwei Anhänge, deren jeder einen proximalen Abschnitt oder ein Protopodit besitzt und mit zwei Aesten, dem Endopodit und Exopodit, endigt.

Das ganze äussere Skelet des *Astacus* nun besteht, so verschieden auch seine einzelnen Theile aussehen mögen, aus Somiten und Anhängen, welche im Wesentlichen den eben beschriebenen ähnlich, aber durch Verwachsung, Verkümmerung oder äusserste Um-

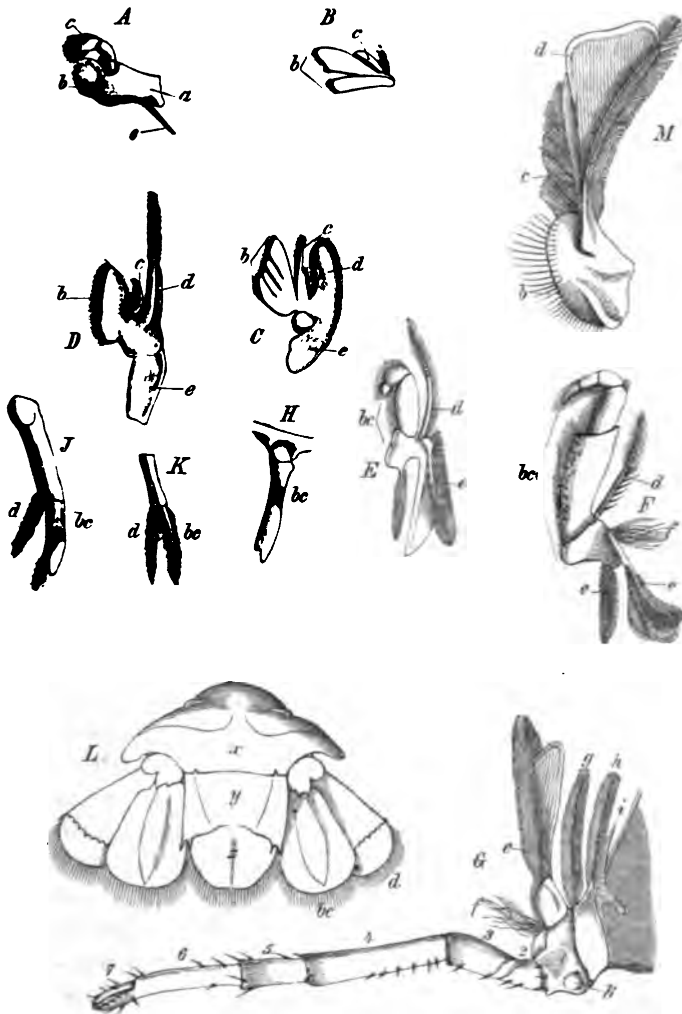


Fig. 77. — *Astacus fluviatilis.* — *A.* Mandibel; *a, b.* Endopodit; *c.* Endglieder desselben, den Mandibulartaster darstellend. *B.* erste Maxille. *C.* zweite Maxille. *D.* erster Kieferfuss. *E.* zweiter Kieferfuss. *F.* dritter Kieferfuss. *G.* Querschnitt durch die Hälfte eines Thoracalsomits mit einem Gangbein; 1. Coxopodit; 2—7 Endopodit; 2. Basipodit; 3. Ischiopodit; 4. Meropodit; 5. Carpopodit; 6. Propodit; 7. Dactylopodit; *g, h.* Kiemen. *H.* Anhang des ersten und *J.* des zweiten Abdominalsomits des Männchens. *K.* Anhang des dritten Abdominalsomits. *L.* sechstes Abdominalsomit mit seinen Anhängen und dem Telson; *x.* Tergum des sechsten Abdominalsomits; *y, z.* die beiden Abschnitte des Telson. *M.* eines der kiementragenden Epipoditen; *b.* basale Verbreiterung; *c.* Kiemenfäden; *d.* Endlappen. In den übrigen Figuren bedeutet *b. c.* Endopodit; *d.* Exopodit; *e.* Epipodit; *f.* fadenförmige Anhänge des Coxopodits.

gestaltung ihrer ursprünglichen Elemente mehr oder minder unkenntlich gemacht sind.

Wenn wir zunächst diese Umgestaltungen an den hintern Somiten verfolgen, so finden wir das vierte, fünfte und sechste Abdominalsomit in allen wesentlichen Beziehungen dem dritten ähnlich; die Anhänge des sechsten jedoch (Fig. 77, L) sind eigenthümlich verändert: an Stelle des Protopodits findet sich ein einziges starkes, kurzes Glied, und Exopodit und Endopodit haben die Gestalt weit ovaler, mit Borsten besetzter Platten. Das Exopodit ist wiederum durch ein queres Gelenk in zwei Abschnitte getheilt. Die siebente Abtheilung des Abdomens (Fig. 77, L, *y*, *z*) ist das *Telson*. Dieses Telson trägt keine Anhänge; an der dorsalen Seite ist es vollkommen verkalkt, aber durch eine Quernaht in zwei Stücke zerlegt, von denen das hintere sich an dem vordern bewegt; an der ventralen Seite dagegen ist nur der hintere Theil vollständig verkalkt, die Mitte des vordern Stückes aber, in welcher der After liegt, ist vollkommen häutig, und nur die Seiten sind durch Kalkplatten verstärkt, welche sich von dem harten dorsalen Skeletelement oder dem *Sklerodermit* nach innen erstrecken.

Die mächtige Schwanzflosse des *Astacus* wird aus dem Telson und den beiden distalen Abtheilungen des sechsten Abdominalanhanges an beiden Seiten gebildet. Die übrigen Abdominalanhänge haben wenig Einfluss auf die Fortbewegung des Thieres. Beim Weibchen spielen sie indessen eine wichtige Rolle, indem sie nämlich die Eier tragen. Bei diesem Geschlecht ist über das erste und zweite Abdominalsomit und deren Anhänge nichts besonders Bemerkenswerthes zu sagen, als dass die Anhänge des ersten Somits rudimentär sind. Beim Männchen haben die Anhänge dieser beiden Somiten eine sehr interessante Metamorphose erfahren, durch die sie zu Copulationsorganen geworden sind. Diejenigen des zweiten Somits (Fig. 77, J) sind vergrössert und das Protopodit sowie das Basalglied des Endopodits stark verlängert; das letztere geht in eine um sich selbst aufgerollte und zwar nach aussen und vorn concave Platte aus. Dieselbe ist so lang wie das übrige Endopodit (das wie das Exopodit vielgliedrig ist) und dient als eine Art Scheide für den Anhang des ersten Abdominalsomits (Fig. 77, H), der aus einer einzigen in ähnlicher Weise aufgerollten Platte besteht und wie ein Griffel mit einer tiefen Längsfurche aussieht. Diese Organe besorgen unzweifelhaft die Uebertragung der Spermatophoren von

den männlichen Geschlechtsöffnungen auf den Körper des Weibchens.

Der compacte und feste Cephalothorax scheint auf den ersten Blick von dem biegsamen, vielgliedrigen Abdomen weit verschieden zu sein: das hinterste seiner Somiten zeigt jedoch einen interessanten Uebergang von dem einen zum andern. Dies Somit ist in der That nur durch eine Membran mit dem vorhergehenden verbunden und infolge dessen in gewissem Grade beweglich. Sein sternaler Abschnitt ist vollständig verkalkt, die *Epimeren*[1]) dagegen nur theilweise.

Die Anhänge dieses Somits weichen von denen des Abdomens bedeutend ab: sie besitzen, wie aus ihrer Entwicklung hervorgeht, nur das Protopodit und Endopodit der Letzteren. Jeder besteht in einem langen starken Bein mit sieben Gliedern, von denen das proximale dicker ist als die übrigen, während das Endglied schmal, gekrümmt und spitzig ist. Diese sieben Glieder hat MILNE EDWARDS mit folgenden Namen bezeichnet (Fig. 77, G). Das proximale, am Somit eingelenkte Glied ist das *Coxopodit* (1), das nächste kleine und kegelförmige das *Basipodit* (2), das dritte cylindrische, kurze und durch eine ringförmige Einschnürung ausgezeichnete das *Ischiopodit* (3). Darauf kommt ein langes Glied, das *Meropodit* (4), dann das *Carpopodit* (5) und das *Propodit* (6) und endlich das *Dactylopodit* (7).[2])

Die zunächst nach vorn folgenden vier Somiten haben einen ähnlichen allgemeinen Charakter wie das eben beschriebene, sind jedoch nicht mehr an einander beweglich, zum Theil infolge der Verkalkung der Interepimeral- und Intersternalmembranen, zum Theil, weil diese Membranen durch eine Faltung oder Einstülpung nach innen Fortsätze entwickeln, die *Apodemen*, welche nach innen vorspringen und sich unter einander im Innenraum des Thorax verbinden. Bei einem macerirten oder besser noch in Kalilauge gekochten Astacus erscheint der Boden der Thoraxhöhle durch diese Apodemal-Scheidewände, welche, wie man bei genauerer Betrachtung sieht, theils von der Intersternal-, theils von der Interepimeral-

1) Der Ausdruck *Epimeron* wird hier in einem speciellern Sinne als gewöhnlich gebraucht, zur Bezeichnung desjenigen Theiles der Seitenwand eines Somits, welcher zwischen der Einlenkungsstelle des Anhanges und dem Pleuron liegt.

2) Wahrscheinlich entsprechen das Coxo- und Basipodit zusammen dem Protopodit der Abdominalanhänge, die übrigen Glieder dem Endopodit.

membran, durch die je zwei Somiten verbunden sind, ausgehen, in eine Anzahl von offnen Fächern getheilt. Der erstere Abschnitt des Apodems ist MILNE EDWARDS' *Endosternit*, der letztere das *Endopleurit*. In der Regel lassen sich an jedem Endosternit drei Apophysen unterscheiden — die *Arthrodial*apophyse, welche nach aussen zieht und sich mit dem absteigenden Theile des Endopleurits verbindet, um die eine Grenze einer Gelenkhöhle für ein Bein zu bilden; die *Mesophragmal*apophyse, welche nach innen gerichtet ist, sich mit derjenigen der andern Körperhälfte verbindet und einen Bogen über dem zwischen je zwei Endosterniten in der Mittellinie bleibenden Gange, dem sogenannten »Sternalcanal«, bildet; endlich die *Paraphragmal*-Abtheilung, ein kleiner Fortsatz, der nach vorn, oben und aussen zieht und sich mit dem vordern Abschnitt seines eigenen und mit dem hintern Abschnitt des vor ihm gelegenen Endopleurits verbindet.

Das Endopleurit zerfällt gleichfalls in drei Apophysen, eine absteigende oder Arthrodialapophyse und zwei fast horizontal nach innen ziehende; die vordere horizontale Apophyse vereinigt sich mit der eigenen Paraphragmalapophyse, die hintere mit derjenigen des vorhergehenden Endosternits. Die hintere horizontale Apophyse durchschneidet also den Raum zwischen je zwei Apodemen diagonal; daher das Aussehen einer doppelten Reihe von oben offenen Längsfächern zu beiden Seiten des Sternalcanals. Man begreift jedoch, dass diese Fächer sehr unvollständig sind, indem sie vorn und hinten durch die grossen Oeffnungen zwischen den Endosterniten und Endopleuriten und seitlich durch die Zwischenräume zwischen den Endosterniten, durch welche jede Reihe in den Sternalcanal mündet, mit einander communiciren, während sie oben in offnem Zusammenhange mit der Thoraxhöhle stehen. An die Apodemen setzen sich die Muskeln der Anhänge an, während im Sternalcanal die Ganglienkette und die sternale Arterie liegen.

Die Anhänge des vorletzten Thoracalsomits gleichen denen des letzten, die drei vorhergehenden Paare unterscheiden sich dagegen von diesen durch den Besitz von Scheeren, d. h. der hintere distale Winkel des Propodits ist derartig in die Länge gezogen, dass er dem Dactylopodit gleichkommt und so eine Art von opponirbarem Finger bildet (Fig. 77, G, 6, 7). Das erste oder Ganggreifbein ist ferner bemerkenswerth wegen seiner Grösse und Stärke und wegen der Verwachsung seines Basipodits mit dem Ischiopodit.

Die vier vordern Gangbeinpaare unterscheiden sich von dem letzten durch den Besitz eines langen gekrümmten Anhanges (Fig. 77. N), der vom Coxopodit, an dem er eingelenkt ist, aufsteigt und in die Athemkammer tritt. Dies ist das *Epipodit*; seine Beziehungen zur Athmung werden wir sogleich betrachten.

Die Sterna, welche an den drei hintersten Thoracalsomiten breit sind, werden an den vordern schmal, fast linienförmig. Sie bleiben jedoch wie ihre Apodemen vollkommen erkennbar.

Die Sternalregionen der drei Kieferfusssomiten haben denselben Charakter, nur sind ihre Anhänge und Gelenkhöhlen kleiner, während infolge der gleichzeitigen äussersten Verschmälerung der Interarticularregionen ihre Hohlräume sehr nahe aneinander gerückt sind.

Das Sternum des nächst vordern Somits, welches das zweite Maxillenpaar trägt, hat hingegen, obwohl es von vorn nach hinten sehr kurz ist, dennoch eine beträchtliche Breite, und seine Gelenkhöhlen, die bereits viel grösser sind als die der vordersten Kieferfusssomiten, sind infolge dessen nach aussen gedrängt. Dies hat eine plötzliche Verbreiterung des zweiten Maxillarsomits gegenüber dem ersten Kieferfusssomit zur Folge, und dementsprechend finden wir an den Seiten des Körpers, wo diese beiden Glieder aneinander stossen, eine tiefe Falte oder Einsenkung. Diese Falte ist an den Seiten des Körpers nach oben und hinten gerichtet, parallel mit einer wichtigen Einsenkung des Panzers, der »Nackenfurche«. Nicht nur aus diesem Grunde, sondern weil die Falte wirklich einen Nacken oder die Trennung zwischen Kopf und Thorax darstellt, kann sie als »Nackenfalte« bezeichnet werden. In dieser Nackenfalte liegt das *Scaphognathit* (Fig. 77, C, *d*, *e*), ein wichtiger Anhang der zweiten Maxille.

Die Anhänge der drei Kieferfusssomiten (Fig. 77, D, E, F) sind höchst interessant, insofern sie Uebergangsformen zwischen den Gangbeinen und den Gnathiten darstellen. Jeder Kieferfuss setzt sich aus drei Abtheilungen zusammen, die an einem kräftigen Protopodit eingelenkt sind. Die äusserste dieser Abtheilungen ist ein gekrümmtes längliches Blatt (*e*), das bei den beiden hinteren Kieferfüssen (E, F) genau dem Epipodit der hintern Thoracalgliedmassen gleicht, bei dem vordern (D) nicht zur Kieme umgestaltet ist, sondern sich mehr dem Scaphopodit an Form nähert.

Die mittlere Abtheilung jedes Kieferfusses (*d*), welche dem Exopodit entspricht, ist lang, dünn, vielgliedrig und tasterförmig,

während die innere Abtheilung oder das Endopodit (*b*, *c*) nicht nur einem der Gangbeine entspricht, sondern an dem hintern Kieferfuss (F) einem solchen sogar sehr ähnlich ist und die gleiche Zahl von Gliedern besitzt. Beim nächsten Kieferfuss (E) ist das Endopodit jedoch verhältnissmässig kürzer und nähert sich in seiner Textur und Gestalt mehr dem blattförmigen Endopodit des vordersten Kieferfusses (D), bei dem eine flache Platte an der hintern Fläche des schmalen Exopodits angebracht ist. So wird ein vollkommner Uebergang zwischen den entsprechenden Abtheilungen des zweiten Kieferfusses und der zweiten Maxille hergestellt.

Das Intermaxillarapodem, das sich aus der Verbindungshaut der beiden Maxillarsomiten entwickelt, ist sehr bemerkenswerth wegen seiner Stärke, sowie der bedeutenden Grösse und Verbreiterung der Mesophragmalfortsätze, welche sich zu einer breiten Platte verbinden, von der nach vorn und aussen vor der Sehne des grossen Mandibularadductors an beiden Seiten Verlängerungen ausgehen. Diese Verlängerungen scheinen die verkalkten hintern horizontalen Apophysen des Mandibulo-Maxillar-Apodems zu sein, die sonst häutig bleiben.

Die zweite Maxille (Fig. 77, C) hat viel Aehnlichkeit mit dem vordern Kieferfusse; das Epipodit (*e*) und Exopodit (*d*) erscheinen jedoch zu einer breit ovalen Platte, dem bereits erwähnten *Scaphopodit*, verbunden. Bei der ersten Maxille (Fig. 77, B) sind das Epipodit und Exopodit unentwickelt und die Glieder des Endopodits vollkommen blattförmig. Das die Mandibeln tragende Somit ist in seiner Sternalregion in grosser Ausdehnung häutig; es ist mit der entsprechenden Region des ersten Maxillarsomits, das selbst nur durch ein schmales, deutlich verkalktes Band vor dem zweiten Maxillarsternum vertreten ist, nur durch eine Membran verbunden. In diesem häutigen Zwischenraume liegt die längliche Mundöffnung An beiden Seiten und hinter dem Munde befinden sich zwei kleine länglich ovale, verkalkte Platten, zwischen denen ein ovaler, an seinem Ende mit Borsten besetzter Fortsatz nach unten und vorn vorspringt und der hintern Fläche der Mandibel seiner Seite nahe anliegt. Es ist eine Hälfte des von den meisten Autoren als *Labium* bezeichneten Stückes, das jedoch, um keine Verwechslung mit dem *Labium* der Insecten, von dem es ganz verschieden ist, anzurichten, das *Metastom* genannt werden mag (Fig. 78, *f*). Es entspricht augenscheinlich dem Gebilde gleichen Namens bei den *Copepoden*.

Die Mandibel nimmt einen grossen Raum in der Sternalregion

ein, mit der sie zu beiden Seiten der Mundöffnung zusammenhängt. Nach aussen biegt die Sternalmembran plötzlich in die mit dem Branchiostegit des Panzers zusammenhängende Pleuralleiste um und verkalkt, während es sehr schwer zu sagen, wo vorn das Mandibularsternum endigt. Vor dem Munde entwickelt sich die Sternalmembran zu einem grossen medianen Lappen, der zu beiden Seiten von der Mittellinie drei kleine verkalkte Platten enthält. Es ist das *Labrum* oder die Oberlippe (Fig. 78, *e*).

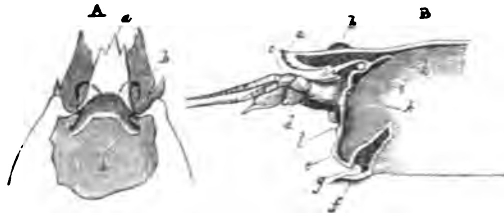


Fig. 78. — A. Vorderende des Cephalothorax von *Astacus* nach Entfernung eines Theiles des Panzers. B. Senkrechter Längsschnitt durch den vordern Theil des Cephalothorax. *a.* Rostrum; *b.* Augenstiel; *c.* erste Antenne, *d.* zweite Antenne; *e.* Oberlippe; *f.* Metastom; *g.* Mundöffnung; *h.* Scheitelfortsätze; *i.* Augensternum; *k.* Antennularsternum; *l.* Antennarsternum oder Epistom.

Die Mandibel selbst ist an ihrem innern Ende, wo sie durch einen tiefen Einschnitt in einen obern und einen untern Abschnitt getheilt ist, deren Ränder gezähnt sind, dick und stark. Die äussere Abtheilung der Mandibel zieht sich über die ganze Breite des Somits hin und verjüngt sich an ihrem Ende, das einen Gelenkkopf, den äussern Condylus, trägt. An ihrem vordern Rande sitzt der Taster (*c*), der die Endglieder des Mandibular-Endopodits darstellt. Das Exopodit und das Epipodit haben an diesem Anhange keine Vertreter. Nach oben ist der äussere Theil der Mandibel concav und an seinen Rand setzt sich die verkalkte Sehne des Adductor mandibulae.

Vor der Oberlippe und den Mandibeln befindet sich eine breite, etwa fünfeckige Fläche, die nach vorn in der Mittellinie in eine Spitze ausläuft und an beiden Seiten einen kleinen Stachel trägt. Dies ist das *Epistom* (Fig. 78, B, *l*); es wird hauptsächlich, wenn nicht ausschliesslich, vom Sternum des Antennarsomits gebildet. An seinem dreiseitigen vordern Ende trägt es an jeder Seite eine weite Gelenkhöhle für die zweiten Antennen. An diesen Organen (Fig. 78, B, *d*) lassen sich dieselben Theile erkennen wie an den andern Anhängen, nämlich ein unvollkommnes Basalglied, das in einen hinten

und nach innen von seiner Spitze durchbohrten Kegel ausgeht und hier *Coxocerit* heisst. Darauf folgt ein *Basocerit*, an dessen äusserm Abschnitt eine flache Platte, der Vertreter des Exopodits, hier *Scaphocerit* genannt, eingelenkt ist, während mit seinem innern Abschnitt ein *Ischiocerit* verbunden ist, das ein *Merocerit* und ein *Carpocerit* trägt; das letzte Segment oder das *Procerit* endlich besteht aus einem langen vielgliedrigen Faden.

Die Sterna der nächsten zwei Somiten sind schmal und langgestreckt; dasjenige des Antennularsomits ist gut verkalkt, dasjenige des Augensomits hingegen fast ganz häutig.

Die ersten Antennen (Fig. 78, B, *c*) besitzen ein verbreitertes dreikantiges Basalglied, auf das zwei andere folgen. Diese stellen das Protopodit dar und tragen an ihren Enden zwei vielgliedrige Fäden, welche wahrscheinlich als Exo- und Endopodit zu betrachten sind.

Die Augenstiele endlich (Fig. 78, *b*) setzen sich aus zwei Gliedern zusammen, einem kleinen proximalen *Basiophthalmit* und einem grössern distalen *Podophthalmit*.

So sind die Sternalabschnitte der verschiedenen Cephalothorax-Somiten gebildet und angeordnet und ihre Anhänge beschaffen. Betrachtet man die Thoracalregion als Ganzes, so sind jedoch noch einige sehr wichtige Punkte, deren morphologischer Werth zuerst von Milne Edwards dargelegt worden ist, zu beachten. An einem medianen Längsschnitte sieht man nämlich, dass, während eine durch die Sterna der hinter dem Munde gelegenen Somiten geführte Linie fast gerade und der Axe des Körpers parallel ist, eine ähnliche durch die Sterna der vor dem Munde liegenden Somiten geführte Linie, wo sie das Antennar-, Antennular- und Augensternum schneidet, aufsteigt und zwar einen rechten Winkel mit der ersten Linie bildet (Fig. 78, B). Die Sterna der vor dem Munde gelegenen Somiten sind also so gebogen, dass sie statt nach unten nach vorn blicken, und es ist von wesentlicher Bedeutung, diese »Kopfbeuge« im Auge zu behalten, wenn man den Bau des Kopfes bei diesen und andern Arthropoden vergleicht.

Wie die Seitenregionen der Abdominalsomiten in die Pleuren ausgezogen sind, ähnlich ist auch die Seitenregion des Cephalothorax verlängert. So sind die häutigen Seitenwände des hintersten Cephalothorax-Somits nach oben umgeschlagen und dann wieder bis zur Höhe der Beine heruntergebogen, wo sie dann mit einer der tergalen

Hälfte der Pleuren entsprechenden, den hintern Theil des Panzers bildenden verkalkten Schicht zusammenhängen. In ähnlicher Weise biegen die mehr oder weniger verkalkten Epimeren aller übrigen Somiten nach oben in eine nach unten ziehende Membran um, deren freie untere Kante mit den Kanten des Panzers zusammenhängt. Der Panzer entspricht also in seiner Lage den Terga und tergalen Hälften der Pleuren aller Somiten, welche auf diese Weise in denselben umbiegen, und zu diesen Somiten gehören alle ohne Ausnahme, vom letzten Thoracal- bis zum Augensomit. Hinten sind die Ränder des Panzers ein wenig über das letzte Thoracalsomit hinaus verlängert und nehmen die Gestalt einer Falte an, mit einer von der obern verschiedenen untern Schicht. Vorn, in der Mittellinie, ist der Panzer in ähnlicher Weise verlängert, aber in viel höherm Masse: er bildet so das lange *Rostrum*, das über die Sterna des Augen- und Antennularsomits hinüberhängt. An den Seiten des Antennular- und Antennarsomits ist die Rostralverlängerung des Panzers eine directe Fortsetzung der Epimeren dieser Somiten nach aussen, und es ist nichts einem Apodem Vergleichbares vorhanden. Das Sternum des Augensomits jedoch verlängert sich, nachdem es eine die untere mediane Region des Rostrums bildende Lamelle abgegeben hat, zu beiden Seiten der Mittellinie nach hinten und aussen in einen freien, verbreiterten, dünnen, verkalkten Fortsatz, der sich mit seiner obern Fläche an den Panzer anlegt, während sich an seine untere die vordern Magenmuskeln ansetzen. Entsprechende Fortsätze entwickeln sich bei einigen *Podophthalmen* (z. B. *Galathea*, *Carcinus*) aus dem Panzer selbst, zur Anheftung der hintern Magenmuskeln. Vom letzten Thoracal- bis zu den Kieferfusssomiten umschliesst der pleurale oder freie Theil des Panzers, den man wegen seiner Function das *Branchiostegit* oder den »Kiemendeckel« nennt, einen weiten, innen von den Epimeren der Somiten begrenzten Raum. Dies ist die »Kiemenhöhle«. Vor den Kieferfüssen und der Nackenfalte verengert sich diese Kammer jäh durch die plötzliche Verbreiterung der Sterna des Maxillar- und Mandibularsomits und durch das Tieferrücken des Punktes, an dem die Umbiegung der Epimeren in ihre Pleuren stattfindet. Am Antennarsomit und vor demselben wird das Pleuron endlich eine nur durch eine flache Furche, die an Stelle der Kiemenhöhle tritt, von den Epimeren getrennte Falte.

An der dorsalen Fläche findet sich keine Andeutung von einer Theilung des Panzers in Terga, entsprechend den Sterna der Somiten,

doch ist eine ausgeprägte gebogene Furche vorhanden, deren hintere Convexität etwas hinter der Mitte des Panzers quer über denselben hinüberzieht, während ihre seitlichen Abschnitte nach unten und vorn gegen den vordern Theil des Antennarsternums verlaufen. Es ist die »Nackenfurche«, und der Theil des Panzers, welcher vor derselben liegt, ist das *Cephalostegit*, der hinter ihr liegende das *Omostegit.*

Das Omostegit ist wiederum durch je eine seitlich von der Mittellinie gelegene Furche — die Kiemenherzfurchen — in drei Abschnitte getheilt. Die Kiemenherzfurche und der seitliche Theil der Nackenfurche an der Rückenseite des Panzers entsprechen sehr genau der Linie, wo an der Bauchseite die Epimeral- in die Pleuralmembran umbiegt. Der quere Theil der Nackenfurche andrerseits entspricht der hintern Grenze des Magens und dem vordern Ende des Herzens und setzt die Linie der Nackenfalte nach innen fort, so dass an einem Längsdurchschnitt durch einen *Astacus* die Richtung der Nackenfalte, wenn man sie nach oben und hinten verfolgt, auf die innere Fläche des Panzers trifft an einer Stelle, welche dem höchsten Punkte der Nackenfurche an der Aussenfläche entspricht. Schneidet man also durch die Nackenfalte, durch die Membran, welche das zweite Maxillar- mit dem ersten Kieferfusssternum verbindet, und durch den Panzer im queren Theil der Nackenfurche, so kann man einen vordern Abschnitt des Cephalothorax mit dem ganzen Cephalostegit und den ersten sechs Somiten sammt ihren Anhängen von einem hintern Abschnitt, der aus dem Omostegit und den letzten acht Cephalothoraxsomiten besteht, trennen. Durch diese künstliche Trennung würden wir nur eine schon durch die Nackenfalte und -Furche sehr klar angedeutete Scheidung zwischen diesen beiden Somitengruppen vollziehen.

Aus diesem Grunde weiche ich von Milne Edwards ab, indem ich das Somit, welches den ersten Kieferfuss trägt, als erstes Thoracalsomit, nicht als letztes Kopfsomit betrachte. Die Annahme dieser natürlichen Begrenzung des Kopfes bei den höhern Crustaceen bietet zugleich den Vortheil, dass dadurch der Bau desselben in Einklang mit dem Baue derselben Region bei den *Entomostraken* gebracht wird, bei denen der Kopf in der Regel Augen, zwei Antennenpaare, Mandibeln und zwei Maxillenpaare besitzt.

Ein anderes Merkmal am Panzer ist eine fast ein Drittel der ganzen Breite der hintern Hälfte des Cephalostegits einnehmende

breite und gerundete Wölbung. Diese Einsenkung wird innen durch eine vom äussern Winkel der Basis des Rostrums direct nach hinten gezogene Linie begrenzt, aussen durch eine gekrümmte, sich vorn zu einer Grube steigernde Vertiefung; sie entspricht dem Ansatz der Basis des Adductor mandibulae.

Der Mund des Flusskrebses ist eine weite, vorn von der Oberlippe, hinten vom Metastom und an den Seiten von den beiden Mandibeln begrenzte Oeffnung. Er dient als Eingang in einen gleichfalls weiten Oesophagus, ein kurzes Rohr mit gefalteten Wänden, das in schwacher Krümmung nach oben und ein wenig nach hinten zieht, um sich in den Magen zu öffnen, der nicht nur direct über der Speiseröhre liegt, sondern sich noch über dieselbe hinaus nach vorn erstreckt. Der Magen nimmt in der That fast den ganzen Innenraum des Körpers vor der Nackennaht ein. Er wird durch eine Einschnürung in einen grösseren vordern oder Cardiacal- und einen kleinen hintern oder Pylorus-Abschnitt getheilt. Die vordere Hälfte des Cardiacalabschnittes hat die Gestalt eines geräumigen häutigen Sackes, dessen Innenfläche dicht mit feinen Haaren besetzt ist; in der hintern Hälfte aber und im ganzen Pylorusabschnitt sind die Wände des Magens durch einen sehr eigenthümlichen Apparat von unter einander articulirenden verkalkten und unverkalkten Platten und Balken gestützt, Verdickungen der Chitincuticula des Darmepithels, die ein Magenskelet darstellen. Der wichtigste Theil dieses Apparates ist der in der hintern Cardiacalregion entwickelte.

Er besteht an erster Stelle aus einer queren, schwach gewölbten, hinten verkalkten *Cardiacalplatte* (Fig. 79, *ca*), welche sich quer über die ganze Breite des Magens erstreckt und an jedem Ende durch eine schräge Naht mit einem kleinen gebogenen, dreieckigen anterolateralen oder *Pterocardiacal*-Knöchelchen (*pt*) articulirt. An jeder Seite steht mit diesem anterolateralen Knöchel ein grosser langgestreckter posterolateraler oder *Zygocardiacal*-Knöchel (*se*) in Verbindung, der nach oben und hinten zieht und mit einer queren gewölbten Platte in Zusammenhang tritt, welche in ihrer vordern Hälfte verkalkt ist und in der Decke der vordern Erweiterung des Pylorusabschnittes liegt; dies ist der *Pylorus*knochen (Fig. 79, *py*).

Diese Stücke bilden, wie man bemerken wird, eine Art sechsseitigen Gerüstes, dessen vordere und seitliche Winkel durch bewegliche Gelenke gebildet werden, während die hinteren Winkel durch die elastische Pylorusplatte verbunden sind.

Von der Mitte des Cardiacalstückes erstreckt sich ein starker verkalkter *Urocardiacal*fortsatz (*ca'*) nach hinten und unten und endigt unmittelbar unter der vordern Hälfte des Pylorusknochens mit einem breiten, verdickten Ende, das unten zwei starke, rundliche

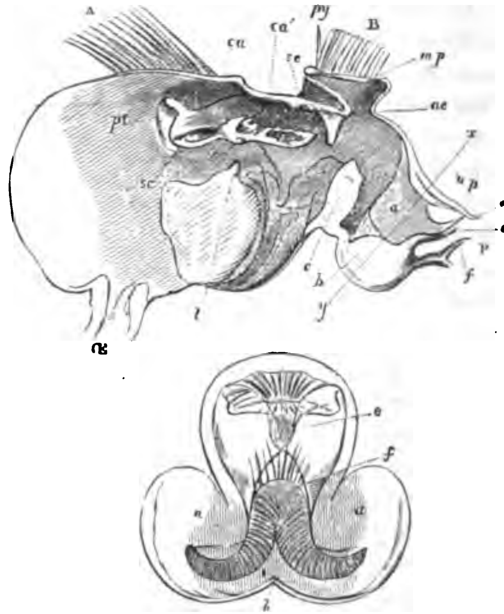


Fig. 79. — *Astacus.* — Obere Figur: Längsdurchschnittener Magen. A. vorderer, B. hinterer Magenmuskel; OE. Oesophagus; P. Pylorus; *ca.* Cardiacalknochen; *ca'.* Urocardiacalfortsatz desselben; *ac.* Urocardiacal-Zahn; *py.* Pyloricalknochen: der schräge Balken, welcher vom Ende des Cardiacalknochens zum Pyloricalknochen zieht, ist der Praepyloricalknochen. *pt.* Pterocardiacalknochen; *se.* Zygocardiacalknochen mit seinem grossen lateralen Cardiacalzahn *cc*; *l.* kleiner unterer Zahn; *c.* Cardiopyloricalklappe; *b.* untere mediane Pylorusleiste; *d.* obere Pylorusleiste; *up.* Uropyloricalknochen; *xy.* Schnittlinie. Die Vorderfläche des dadurch abgetrennten hintern Stückes ist in der untern Figur abgebildet.

Höcker oder *Cardiacalzähne* besitzt. Mit diesem Fortsatze articulirt hinten ein breiter *Praepylorical*knochen, der in der Vorderwand der vordern Erweiterung des Pylorusabschnittes schräg nach oben und vorn steigt und mit dem vordern Rande des Pylorusknochens articulirt, so dass er eine Art elastischer diagonaler Spange zwischen dem Urocardiacalfortsatz (*ca'*) und dem Pylorusknochen bildet. Das untere Ende dieses Praepyloricalknochens läuft nach unten in einen starken gespaltenen *Urocardiacalzahn* (*ac*) aus. Die innern Ränder der posterolateralen Knochen endlich sind nach innen horizontal umgeschlagen und bilden, indem sie sich stark verdicken und Leisten erhalten, die grossen *lateralen Cardiacalzähne* (*ec*). Die Haut

des Magens setzt sich von den Rändern des Praepylorical- zu denen des posterolateralen Knochens in der Weise fort, dass sie eine Art Tasche mit elastischen Wänden bildet, welche in gewissem Grade wie eine Feder wirkt, indem sie die Innenfläche des Praepyloricalknochens der obern Fläche des medianen Fortsatzes des Cardiacalknochens nähert. Die Folge ist, dass es eine bestimmte Gleichgewichtslage des ganzen Apparates giebt, wenn nämlich der Urocardiacalfortsatz und der Praepyloricalknochen einen kleinen Winkel mit einander und die anterolateralen mit dem Cardialknochen eine fast ungebrochene quere Curve bilden. Ueberlässt man den Apparat sich selbst, so sucht er diese Stellung anzunehmen.

An dieses Magenskelet setzen sich zwei Paare von mächtigen Muskeln. Das vordere Paar entspringt von den Scheitelfortsätzen und inserirt sich an der Decke des Magens, etwas vor dem Cardiacalknochen; das hintere entspringt im Panzer unmittelbar über und hinter dem Pylorusende des Magens, und ihr Ansatz liegt im Pylorusknochen und dem weiten hintern Theil der posterolateralen Stücke.

Aus dem Ansatz dieser Muskeln ist ersichtlich, dass ihre Wirkung im Allgemeinen ähnlich der durch einen Zug auf die Cardiacal- und Pyloricalstücke ausgeübten sein muss, wenn der Magen vom Körper zurückgezogen ist. Das hat aber zur Folge, dass die Cardiacal- und Pyloricalstücke auseinander weichen und der Praepyloricalknochen eine senkrechte Stellung annimmt, während der Urocardiacalzahn sich nach unten und vorn richtet. Gleichzeitig werden die anterolateralen oder Pterocardiacalstücke nach hinten gezogen, und vermöge ihrer schrägen Einlenkung an dem Cardiacalstück bewegen sich ihre untern Enden nach unten, hinten und innen, indem sie die vordern Enden der posterolateralen Knochen mit sich nehmen, deren (laterale Cardiacal-) Zähne mit einer der Zugstärke entsprechenden Kraft mit den Urocardiacal- und Cardiacalzähnen in Berührung kommen. Wenn der Zug nachlässt, kehrt der Apparat in seine frühere Stellung zurück, indem seine Rückbewegung durch die Gegenwirkung der oben erwähnten elastischen Tasche erleichtert und im Leben ohne Zweifel auch noch durch ein Paar kleiner *Cardiopyloricalmuskeln* befördert wird, welche, einer an jeder Seite, zwischen den Cardiacal- und Pyloricalknochen unter der Haut des Magens hinziehen, deren Weichheit an dieser Stelle, wo sich die verschiedenen Knochen der Magenmühle verbinden, die freie Bewegung des ganzen Apparates bedeutend unterstützt.

Nichts ist leichter, als diesen Versuch auszuführen und sich zu überzeugen, dass diese Gebilde wirklich einen höchst wirksamen Kauapparat darstellen, und es ist unbegreiflich, dass Oesterlen in seiner eingehenden Arbeit über den Magen des *Astacus* die zermalmende Wirkung der Zähne bezweifeln konnte.

In der Sternalregion des Magens, gegenüber der Cardiopylorical-Einschnürung, erhebt sich ein grosser zweilappiger, klappenartiger Fortsatz (Fig. 79, *c*), der augenscheinlich verhindert, dass die Nahrung in den Pylorusabschnitt gelangt, ehe sie gehörig zerkleinert ist. Vor dieser Klappe sind die inferolateralen Wände des Magens durch eine Anzahl anderer Platten und Balken verstärkt. An jeder Seite trägt einer von diesen einen kleinen Zahn, den *inferolateralen Cardiacalzahn* (*l*), und setzt sich in eine breite nicht verkalkte Platte fort, welche im hintern und untern Theil der Seitenwände des Magens liegt und innen mit Haaren besetzt ist. Es sind demnach im Ganzen sieben Magenzähne vorhanden, drei mediane, die Cardiacal- und Urocardiacalzähne, und zwei laterale an jeder Seite, die lateralen und die inferolateralen Cardiacalzähne.

Im Pylorusabschnitt des Magens unterliegt die Nahrung einer weiteren Zerkleinerung und Zerquetschung. In der obern Medianlinie springt eine mit langen Haaren bekleidete Leiste vor, und andere behaarte Leisten ziehen sich von den Seiten nach innen bis an die erste hinan und schliessen beinahe den Gang seitlich. Diese Leisten sind unten stark convex und greifen mit ihrer Convexität in die Concavität einer untern medianen Leiste, die ihnen gegenüber sich erhebt und hinten in eine Art klappenartigen Fortsatzes ausläuft, der an seinem Ende mit langen Haaren besetzt ist, die den zwischen den obern Theilen der Seitenleisten bleibenden Raum abschliessen. Die concaven Flächen dieses medianen Fortsatzes sind mit dicht stehenden parallelen Rippen besetzt, welche nur am hintern Rande der Platte zu freien, haarartigen Fortsätzen werden. während jede Rippe eine regelmässige Reihe feiner Härchen trägt. Diese sind nach innen, fast parallel mit der Oberfläche gerichtet, welche auf den ersten Blick so aussieht, als sei sie einfach von dichtstehenden Querlinien durchzogen, die durch noch feinere und noch dichter stehende Längslinien verbunden wären.

Dieser Apparat bildet den »ampoule cartilagineux« von Milne Edwards. Hinter ihm befinden sich noch ein weiterer inferomedianer

und zwei laterale borstige, klappenartige Vorsprünge, welche die letzte Schranke zwischen der Nahrung und dem Enddarm bilden.

T. J. Parker, welcher in neuester Zeit die Structur des Krebsmagens eingehend untersucht hat, findet, dass ausser den vordern und hintern Magenmuskeln und den Cardiopyloricalmuskeln noch innere Muskelfasern in der Wand des Magens bestehen, welche zum Theil die hintere Pylorusgegend ringförmig umfassen, zum Theil sich zwischen den hintersten accessorischen Knöchelchen und den posterolateralen und Pyloricalstücken ausspannen; sie müssen den Hohlraum des Magens zu verkleinern bestimmt sein. Die letztgenannten Fasern wirken möglicher Weise beim Kaugeschäft mit, indem sie die lateralen Cardiacalzähne mit den inferolateralen in Berührung bringen. Ausserdem sind neun Paare von kleinern äussern Muskeln vorhanden; zwei davon gehen von der vordern Wand des Magens und der Speiseröhre zum Antennarsternum, zwischen den Schlundcommissuren hindurch und an den Seiten der unpaaren Nerven des Eingeweidenervensystems vorbei. Drei Paare ziehen von den Seitenwänden des Magens und Oesophagus zum Mandibularsternum; ein sechstes entspringt von den nach vorn gerichteten Fortsätzen des Intermaxillarapodems und setzt sich an den Oesophagus; zwei weitere Paare entspringen, eines vom verdickten innern Rande der Mandibel, das andere vom Intermaxillarapodem, und inseriren sich an der untern Fläche des Pylorusabschnittes; ein neuntes Paar endlich entspringt vom Panzer eben hinter den hintern Magenmuskeln und tritt an die hintere Pyloruserweiterung. Ferner sind einige weniger augenfällige Fasern vorhanden, welche sich zwischen dem Oesophagus und den benachbarten Hārttheilen ausspannen. Alle diese müssen, wenigstens wenn sie zusammenwirken, als Antagonisten der innern Muskeln wirken und den Magen erweitern.

Der Pylorusabschnitt des Magens geht in den vordern Theil des Enddarmes über, der innen glatt ist und oben einen blinden Fortsatz besitzt, nach Rathke den Ueberrest eines Lappens des embryonalen Dottersackes (Fig. 80, *v*). Dieser vordere Theil des Darmes ist jedoch sehr kurz und erweitert sich sehr bald zu der hintern Abtheilung, die sich bis zum After erstreckt. Die Innenfläche der Erweiterung erhebt sich in sechs Wülsten, welche sich in eine entsprechende Anzahl von Papillen längs des übrigen Darmes fortsetzen.

Der einzige Drüsenapparat, der in den Darmcanal mündet, ist die Leber; zu beiden Seiten des Pylorus sieht man die Oeffnungen

der weiten Lebergänge (Fig. 80, *h'*). Jeder Gang sammelt das Secret aus den zahlreichen Blindschläuchen, welche die Hauptmasse der entsprechenden zweilappigen Leberhälfte zusammensetzen. Die beiden Hälften liegen an beiden Seiten neben dem Magen und berühren sich unten sehr innig, bleiben aber vollkommen getrennt von einander.

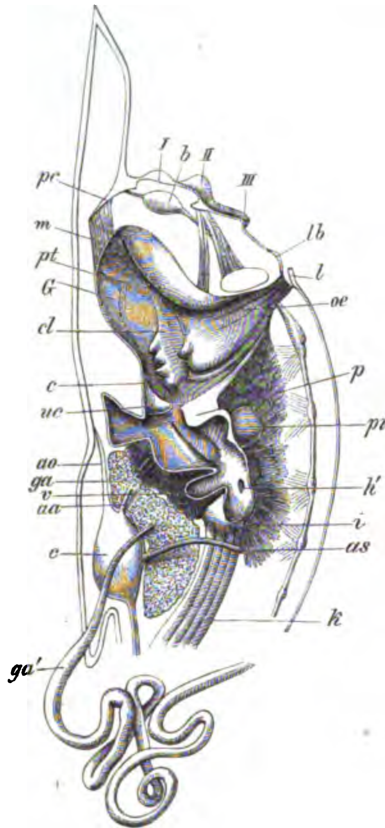


Fig. 80. — *Astacus*; längsdurchschnitten. — Der vorn durch die Medianebene gelegte Schnitt weicht hinten von derselben ab. I, II, III. Sterna des ersten, zweiten und dritten Somits. *oe*. Oesophagus; *lb*. Oberlippe; *l*. Metastom; *G*. häutiger Theil des Magens; *c*. Cardiacalknochen; *uc*. Urocardiacalzahn; *cl*. lateraler Cadiacalzahn; *pt*. Pterocardiacalknochen; *pc*. Scheitelfortsatz; *p*. Klappe zwischen Cardiacal- und Pylorustheil; *pi*. unterer Klappenapparat des Pylorus; *h'*. Mündung der Lebergänge; *v*. medianer dorsaler Blindsack des Pylorus; *i*, *k*. Dünndarm; *ga*. Hode; *ga'*. Samenleiter; *b*. Gehirnganglien; *c*. Herz; *ao*. Augenarterie; *aa*. Antennenarterie; *as*. Sternalarterie; *m*. vorderer Magenmuskel.

Astacus besitzt weder Speicheldrüsen noch andere Anhänge des Darmes, wie sie bei den *Brachyuren* und einigen *Macruren* bestehen, wenn nicht etwa der eben erwähnte kurze Blindsack ein Homologon der längeren Blindsäcke von *Maja* und *Homarus* ist.

Im Frühjahr und Sommer findet man in der Wand des erweiterten vordern Theiles des Cardiacalabschnittes des Magens, in der Mitte der Seitenwand desselben, zwei sehr eigenthümliche scheibenförmige Kalkplatten, die sogenannten »Krebsaugen«. Diese Körper entstehen als Kalkablagerungen unter der Chitinauskleidung des Magens und nehmen an Grösse zu bis zu der Zeit, wo der *Astacus* seine Haut abstreift. Dann werden sie sammt dieser Auskleidung und der Magenbewaffnung abgeworfen; wie es scheint, zerfallen und vergehen sie wie diese im Innern des neuen Magens. Welchen Zweck diese Concretionen haben, ist unbekannt. Der gewöhnlich angenommenen Theorie, wonach sie Kalkvorräthe darstellen sollen, welche dem jungen Integument nach der Häutung zu

Gute kommen, dürfte ihre geringe Grösse entgegenstehen. OESTERLEN giebt an, sie wögen selten mehr als zwei Gran, und bemerkt mit Recht, wenn der Krebs sich alle nöthige Kalkmasse bis auf zwei Gran aus andern Quellen schaffen könne, so sei es schwerlich nöthig, in diesen zwei Gran einen besondern Vorrath zu erblicken.

Der Kreislaufsapparat des *Astacus* ist gut entwickelt. Das Herz (Fig. 80, C, Fig. 81, *c*) hat die Gestalt eines unregelmässigen Polygons und liegt unmittelbar hinter dem Magen und unter der Cardiacalregion des Panzers, in einer Kammer, welche man gewöhnlich das »Pericardium« (*p. c*) nennt, und an deren Wänden es durch sechs den Herzflügeln der Insecten entsprechende, aber nicht, wie dort, musculöse Bänder verbunden ist. Abgesehen von diesen Bändern und den hindurchtretenden Arterien stehen die Wände der Pericardialhöhle oder des Blutsinus — denn ein solcher ist das Pericardium — in keiner Verbindung mit dem Herzen, das also gewissermassen frei im Blute aufgehängt ist.

Durch sechs Oeffnungen, von denen zwei oben, zwei unten und zwei an den Seiten liegen, und die mit nach innen sich öffnenden Klappen versehen sind, tritt das Blut während der Diastole in den Hohlraum des Herzens ein, während sie es verhindern, während der Systole anders als durch die Arterien abzufliessen. Die Zahl der Arterienstämme beträgt sechs; davon entspringen fünf vorn und einer aus dem hintern Abschnitte des Herzens.

Von den fünf vordern Arterien ist eine (Fig. 81, *a.o*) unpaar und liegt in der Mittellinie; sie zieht auf dem Magen nach vorn bis zum Kopfe, wo sie die Augen und die ersten Antennen versorgt. Die andern Arterien sind paarig: zwei ziehen am Magen nach vorn und aussen, geben Aeste an den Panzer ab und versorgen schliesslich die zweiten Antennen; die beiden letzten (*a.a*) ziehen zwischen den vordern Lappen der Geschlechtsdrüsen hindurch nach hinten und lösen sich an den Leberblindsäcken in eine Menge von Aesten auf.

Der hintere Stamm oder die Sternalarterie (*a*) ist der grösste von allen und bildet an seinem Anfange eine Art von Bulbus arteriosus. Er wendet sich fast direct nach unten, gewöhnlich rechts vom Darm, zum Sternalcanal hin, in den er eintritt, indem er zwischen dem drittletzten und vorletzten Thoracalganglienpaar hindurch an die untere Fläche der Ganglienkette tritt. Er giebt zwei Abdominaläste ab, einen obern (*a.p*), nahe am Ursprung aus dem Herzen, der über dem Darm durch die Mitte der Tergalregion zieht, und einen untern (*a.v*), der

einen entsprechenden Verlauf längs der Sternalregion unter dem Nervensystem nimmt. Die Arterienstämme sind an ihrem Anfange mit Klappen versehen, welche so angeordnet sind, dass sie die Rückstauung des Blutes verhindern. Die Stämme lösen sich in sehr feine Aeste auf; allein wie weit von einem Capillarsystem die Rede sein kann, das ist eine Frage, zu deren Beantwortung es erst weiterer Untersuchungen bedarf. An durchsichtigen *Zoëen* habe ich deutlich die plötzliche Endigung der Arterienstämme durch offne Mündungen beobachtet, durch welche das Blut sich in wandungslosen Lacunen und in die allgemeine Körperhöhle ergoss. Es kann auch nicht der mindeste Zweifel darüber sein, dass bei denjenigen niederen Krebsen, deren Durchsichtigkeit eine Untersuchung mit den nöthigen Vergrösserungen gestattet, ein ähnlicher lacunärer Zustand des Kreislaufs besteht. Wahrscheinlich verhält es sich ähnlich mit dem Gefässsystem aller übrigen Crustaceen: nachdem die Arterien oder ihre capillaren Fortsetzungen sich mehr oder minder oft getheilt haben, hören sie auf zu existiren, und das Blut tritt dann in Lacunen zwischen den Organen und in die allgemeine Körperhöhle, fliesst also, wie bei den meisten Mollusken, nicht mehr in Gefässen mit besondern Wandungen.

Dieses Blut gelangt schliesslich in unregelmässige Sinusse oder Behälter, von denen der hauptsächlichste (Fig. 84, *v*) im Sternalcanal liegt und durch seitliche Bahnen mit andern communicirt, welche über der Basis der Thoracalgliedmassen liegen und von denen die zuführenden Kiemencanäle in die Kiemenstämme eintreten, um sich über der Basis der Gliedmassen zu sechs Stämmen (*v. br*) zu vereinigen, welche unter den Epimeren emporsteigen und an den Seiten des Pericardialsinus münden. Der Boden dieses Sinus wird von einer zusammenhängenden Haut gebildet, welche denselben ganz gegen die allgemeine Leibeshöhle abzuschliessen scheint — wenigstens lässt sie keine Luft oder Flüssigkeit, die man hineintreibt, heraus; wenn dies der Fall ist, so ist sie functionell ein Vorhof, mit reinem unvermischtem gelüftetem Blute.

Die Kiemen sind achtzehn in der Zahl an jeder Seite; sie sind am achten bis vierzehnten Somit angebracht. Sechs von ihnen sitzen an den Epipoditen des achten bis dreizehnten Somits und unterscheiden sich in ihrem Aussehen sehr beträchtlich von den übrigen zwölf. Jedes Epipodit verbreitert sich nämlich an seinem obern Ende zu einer breiten zweilappigen Membran, welche so zusammen-

gefaltet ist, dass die beiden Lappen nach hinten gerichtet sind und das Epipodit der nächsten Gliedmasse zwischen sich fassen (Fig. 77, M). Die Membran der Lappen ist schräg gefaltet, so dass dieselben ohne Zweifel in gewissem Grade der Athmung dienen; ausserdem ist aber noch der vordere Rand des Epipodits mit einer Anzahl von Kiemenfäden besetzt, ähnlich wie an den andern Kiemen.

Die Letzteren (Fig. 77, G, *g*, *h*) sind einfache Federn, bestehend aus einem Stamme, an dem viele zarte cylindrische Fäden angebracht sind. Von diesen Federn sitzen an den Epimeren und coxo-epimeralen Gelenkmembranen des neunten, zehnten, elften, zwölften und dreizehnten Somits je zwei; das achte und das vierzehnte Somit tragen dagegen nur je eine Feder. An jedem Coxopodit der sechs letzten Thoracalanhänge ist ferner ein Büschel von langen byssusartigen Fäden angebracht (Fig. 77, F, G, *f*).

Da die Athmungsorgane des Flusskrebses nicht mit Wimpern versehen sind, so ist eine besondere Einrichtung erforderlich, um das mit ihnen in Berührung kommende Wasser zu erneuern. Dieser

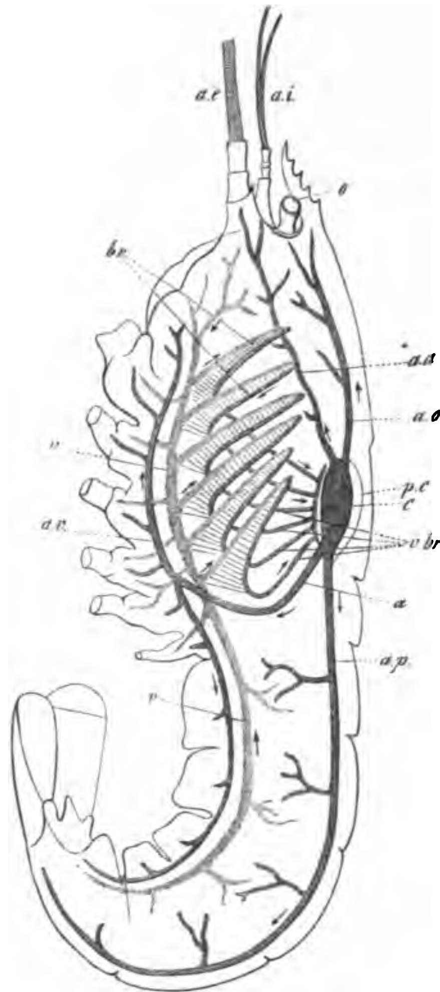


Fig. 81. — Gefässsystem des Hummers (*Homarus*). — *ai.* erste Antenne; *ae.* zweite Antenne; *o.* Auge; *br.* Kiemen; *c.* Herz; *p.c.* Pericardium; *a.o.* unpaare vordere Körperarterie; *a.a.* Leberarterie; *a.* Stamm der Sternalarterie; *a.p.* tergaler Abdominalast derselben: *a.v.* sternaler Ast; *v.* sternaler Venensinus; *v.br.* Kiemenvenen. Die Pfeile deuten die Richtung der Blutströme an.

Zweck wird hauptsächlich durch die Thätigkeit des unmittelbar hinter der vordern Oeffnung der Kiemenhöhle liegenden Scaphognathits erreicht. Während des Lebens ist dasselbe unablässig in Bewegung und kehrt gleichsam das unrein gewordene Wasser aus der vordern Oeffnung heraus, während infolge dessen durch die hintere, untere Oeffnung oder den Raum zwischen dem untern Rande des Kiemendeckels und der Basis der Gliedmassen frisches Wasser in die Kiemenhöhle einströmt.

Das Nervensystem des *Astacus* [1]) setzt sich aus dreizehn Haupt-Ganglienmassen zusammen, von denen eine, das Gehirn, im Kopfe, vor dem Munde, sechs, thoracale, im Sternalcanal und sechs, abdominale, in der medianen Sternalregion der sechs vordern Somiten des Abdomens liegen.

Die Gehirnganglien (Fig. 80, *b*; Fig. 82, *a*) geben Nerven an die Augen und die Muskeln der Augenstiele, an die ersten Antennen

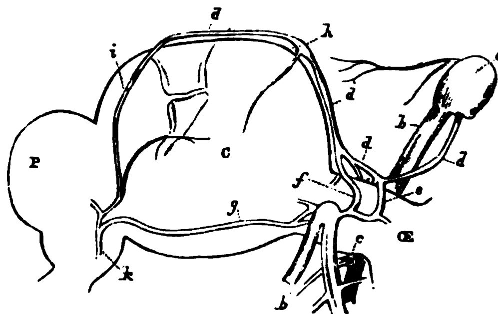


Fig. 82. — Eingeweidenerven von *Astacus*. — *a*. Gehirnganglien; *b*. Commissuren, die der rechten Seite durchschnitten und zurückgebogen; c. Querstrang, der dieselben hinter dem Oesophagus OE. verbindet; *d*, *d*, *d*. unpaarer Nerv; *h*. Ganglion; *i*. Seitenzweig des unpaaren Nerven, der sich mit dem hintern lateralen Nerven *g*. verbindet; *e*. vorderer lateraler Nerv; *f*. mittlerer lateraler Nerv; *k*. Lebernerv. P. Pylorus-, C. Cardiacalabschnitt des Magens.

und die darin liegenden Gehörorgane, an die zweiten Antennen und den Sack der Antennendrüse und an den vor der Nackennaht gelegenen Theil des Panzers ab und entsenden schliesslich nach hinten zwei lange, starke Commissurstränge (Fig. 82, *b*) an die vorderste Thoracalganglienmasse. Diese Commissuren sind durch einen Querstrang (*c*) unmittelbar hinter dem Oesophagus verbunden. Die Grösse

---

1) Ueber die Histologie des Nervensystems siehe eine eingehende Abhandlung von HAECKEL »über den feinern Bau der Gewebe des Flusskrebses« im Archiv für Anatomie und Physiologie, 1857.

und Gestalt des vordersten Thoracalganglions lässt auf die zusammengesetzte Natur, welche es, wie aus seiner Entwicklung hervorgeht, besitzt, schliessen. Es versorgt die Somiten und ihre Anhänge vom vierten bis zum neunten und entsendet nach vorn zarte Fäden zum Oesophagus. Nach hinten hängt es mit der Ganglienmasse des zehnten Somits durch zwei Commissuren zusammen, und in ähnlicher Weise sind auch die übrigen Thoracalganglien mit einander in Verbindung gebracht; nur die Commissuren zwischen dem letzten und vorletzten sind durch ihre Kürze ausgezeichnet. Die Abdominalganglien, welche viel kleiner sind als die Thoracalganglien, sind mit Ausnahme der beiden letzten durch unpaare Stränge, die verschmolzenen doppelten Commissuren, verbunden. Jedes von diesen Ganglien versorgt die Muskeln und die Anhänge seines Somits; das hinterste Ganglien entsendet ausserdem noch Aeste in das Telson.

Der Flusskrebs besitzt ein ausserordentlich reich entwickeltes System von Eingeweide- und Mundmagen-Nerven, das den Gegenstand specieller Untersuchungen von Brandt, Milne-Edwards, Krohn und Schlemm gebildet hat. Jeder dieser Forscher hat einen grössern oder kleinern Theil des Systems mit Genauigkeit beschrieben, dagegen andere Theile nicht erwähnt oder gar ihre Existenz bestritten. Jede von den grossen Commissuren (Fig. 82, *b*) schwillt an den Seiten des Oesophagus ein wenig an, und von dieser Auftreibung geben vier Nerven aus; ein äusserer zieht gegen die Mandibelmuskeln hin; ein zweiter hinterer lateraler Ast (*g*) läuft nach oben und hinten zur untern seitlichen Gegend des Magens und nimmt schliesslich an der Bildung des Lebernerven (*k*) theil; ein dritter Ast (*f*) wendet sich direct nach innen und oben und vereinigt sich auf dem Oesophagus mit dem der gegenüberliegenden Seite und mit dem unpaaren Nerven (*d*), der an der Mittellinie des Oesophagus und Magens hinzieht und in ein zwischen den vordern Bauchmuskeln befindliches Ganglion eintritt, von wo nach jeder Seite ein seitlicher Ast abgeht, während ein hinterer medianer Ast (*d*) die Richtung des unpaaren Nerven fortsetzt. Dieser Nerv theilt sich, nachdem er den Cardiacalknochen erreicht hat, in zwei Aeste (*i*), welche nach unten und aussen ziehen und sich mit dem hintern lateralen Nerven ihrer Seite vereinigen und so den Lebernerven (*k*) bilden. Der vierte und letzte oder vordere laterale Ast (*e*) steigt erst bis in die Nähe des Mundes herab, biegt sich dann nach vorn und steigt empor, um sich an der vordern Fläche des Oesophagus mit der vordern Fortsetzung des unpaaren

Nerven, welche nach vorn und oben läuft und in die Gehirnmasse eintritt, zu vereinigen. Ich bin geneigt, anzunehmen, dass dieser Theil des unpaaren Nerven einen Theil eines feinen Plexus von Nervenfäden bildet, welche von den Gehirnganglien nach hinten zu der den Panzer auskleidenden Haut ziehen; allein die Präparation dieser feinen Fäden und die Darlegung ihres Zusammenhanges ist eine Arbeit von aussergewöhnlicher Schwierigkeit.

Der Darm wird von zwei Nerven versorgt, welche aus dem letzten Abdominalganglion entspringen und sich zu einem einzigen Stamme vereinigen, von dem nach hinten verschiedene kleine und nach vorn zwei grosse Aeste abgehen, welche den grössern Theil des Darms versorgen. Die Geschlechtsorgane empfangen nach Brandt Aeste aus dem vierten, fünften und sechsten Thoracalganglion. Die einzigen mit Sicherheit bekannten Sinnesorgane des *Astacus* sind die Augen und die Gehörorgane. Die Augen sitzen am Ende der Augenstiele, deren Integument am äussern Ende über einer nierenförmigen Fläche durchsichtig wird und die Cornea bildet. Diese Membran ist in eine grosse Anzahl kleiner, vierseitiger Facetten getheilt, deren jede der Basis eines Krystallkegels entspricht.

An der obern Fläche des dreikantigen proximalen und grössten Gliedes der ersten Antenne befindet sich eine ovale Stelle, die mit einer breiten Bürste aus complicirten, sämmtlich mit der Spitze nach innen gerichteten Haaren bedeckt ist. Schneidet man diese Haare dicht an ihrer Wurzel ab, so sieht man, dass sie eine Oeffnung verdecken, welche oben weiter als unten und etwa anderthalb Millimeter lang ist. Die Haare sitzen an der äussern Lippe dieser Oeffnung, und einige sind so gerichtet, dass sie innerhalb der Lippe liegen; die meisten jedoch bedecken dieselbe. In diese Oeffnung lässt sich mit Leichtigkeit eine starke Borste einführen, und entfernt man nun die äussere und innere Wand des Basalgliedes der Antenne und schneidet die Weichtheile vorsichtig weg, so sieht man, dass das Ende der Borste in einen weiten zarten Sack von etwa zwei Millimeter Länge eingedrungen ist, der mit einem engern Halse an der Oeffnung, deren Lippen mit seinen Wänden zusammenhängen, ansitzt. Der Sack ist von feinen sandigen Theilchen erfüllt, welche in einer schleimigen, schmutzig aussehenden Flüssigkeit schweben, und wird, wie man sieht, wenn man seinen Inhalt ausleert, innen von einem Bande aus mehreren Reihen sehr feiner Härchen, ähnlich wie sie um die Mündung des Sackes stehen, aber viel zarter, aus-

gekleidet. Die nach innen vorspringenden Härchen kommen mit den in der schleimigen Flüssigkeit schwebenden festen Theilchen in innige Berührung. Neben den Antennularnerven lässt sich bis zur Gehörblase ein Nerv verfolgen, der sich hauptsächlich an dem mit Härchen besetzten Bande zu verbreiten scheint, so dass die Enden der Nervenfibrillen in nahe Beziehung zu den Wurzeln der Härchen treten. Die sandigen Theilchen sind theilweise, wenn nicht sämmtlich, in starker Essigsäure unlöslich und scheinen aus Kieselerde zu bestehen.[1])

Im Kopfe liegen zwei gewöhnlich als »grüne Drüsen« bezeichnete Säcke, die man früher für die Gehörorgane hielt. An der innern oder oralen Seite eines kegelförmigen Vorsprunges des untern Theiles des Basalgliedes der zweiten Antennen befindet sich eine Oeffnung. Eine in dieselbe eingeführte Borste dringt in einen weiten, aber sehr zarten und durchsichtigen Sack mit einer klaren Flüssigkeit ein, den man nach sorgfältiger Abhebung des Panzers gewöhnlich an beiden Seiten des vordern Magenendes liegen sieht. An den Hals dieser Blase tritt ein Nerv, der dicht neben dem Antennennerv aus dem Gehirn kommt, und verbreitet sich an ihrer Oberfläche, zwischen der innern und äussern Haut, aus denen die Blase besteht. Unten ruht diese auf einer grossen, grünlichen, anscheinend drüsigen Masse, hängt jedoch direct nur an zwei Punkten mit dieser zusammen, erstens durch einen Gefässstrang, welcher zum centralen und gewöhnlich mehr gelben Theil der Drüse tritt, und zweitens durch eine kurze, halsartige Fortsetzung des Sackes selbst, welche sich an einer kleinen kreisförmigen Stelle in der Mitte zwischen dem Mittelpunkte und dem Umfange der Drüse ansetzt und in den ringförmigen Haupt-Ausführungsgang der Drüse mündet. Es besteht demnach ein offner Zusammenhang zwischen dem Innenraum der Drüse und der Aussenwelt durch Vermittlung des Sackes, der in dieser Hinsicht einfach ein erweiterter Ausführungsgang ist. An einem Schnitte durch die Drüse sieht man, dass sie aus zwei Substanzen zusammengesetzt ist, einer centralen und einer Rindenmasse. Die letztere besteht aus kleinen Blindsäckchen, die mit einem homogenen gallertigen, viele grosse Kerne enthaltenden Stoffe er-

---

1) Wegen einer ausführlichen Schilderung des feinern Baues der Gehörorgane der höheren Crustaceen siehe Hensen, »Studien über das Gehörorgan der Decapoden.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XIII, S. 319.

füllt ist; die erste wird in allen Richtungen von weiten Canälen durchzogen, so dass sie ein schwammiges Aussehen hat. Die Blindsäckchen münden in die äussersten Verzweigungen der Canäle, und die schwammige, lungenartige Textur der centralen Masse scheint nur von den sehr reichlichen Anastomosen ihrer grössern Aeste herzurühren, welche schliesslich in den mit der Blase in Verbindung stehenden Ringcanal münden.

Unter diesen Structurverhältnissen weist Wenig auf ein specielles Sinnesorgan, Vieles dagegen darauf hin, dass die grüne Masse ein Absonderungsorgan ist, als dessen Ausführungsgang die Blase dient, die nebenbei immerhin auch noch andere Zwecke haben mag. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die grüne Drüse ein Organ von derselben Natur wie die Schalendrüse der *Entomostraken*.

Leydig hat gewissen Gruppen von zarten Borsten, die an den Gliedern des äusseren Abschnittes der ersten Antennen des Flusskrebses vorkommen, die Bedeutung von Geruchsorganen zugeschrieben.

Der bedeutendste Theil des Muskelsystems des Flusskrebses ist der grosse Streckmuskel des Magens, eine complicirte Fasermasse, welche sich theils vorn an die Endophragmen des Thorax, theils hinten an die Sterna der Abdominalsomiten, deren Körperhöhle sie grossentheils einnehmen, ansetzen.[1])

Die wesentlichen Theile der Fortpflanzungsorgane beim männlichen und weiblichen *Astacus* sind einander an Form sehr ähnlich: sowohl der Eierstock wie der Hode hat die Gestalt einer dreilappigen Drüse, welche unmittelbar hinter dem Magen unter dem Herzen liegt. Zwei von diesen Lappen legen sich dicht aneinander und ziehen nach vorn, der dritte dagegen ist in der Mittellinie nach hinten gerichtet. Die Ausführungsgänge entspringen an jeder Seite an der Grenze zwischen den Vorderlappen und dem Hinterlappen. In ihrem feinern Bau sind die beiden Organe jedoch sehr verschieden. Jeder Hodenlappen setzt sich aus einer Anzahl kleiner Blindschläuche zusammen, in denen sich die Spermatozoen entwickeln, und die in einen centralen Gang münden. Das Ovarium hingegen ist im Wesentlichen ein weiter, in drei grosse, je einem Lappen

---

1) Näheres darüber siehe bei Suckow, »Anatomisch-physiologische Untersuchungen«. Milne-Edwards hat die Muskeln des Hummers in seiner »Histoire naturelle des Crustacés« t. I., ausführlich beschrieben.

entsprechende Blindsäcke ausgehender Sack; in der Epithelialauskleidung dieses Sackes entwickeln sich die Eier. Auch die Ausführungsgänge haben wenig Aehnlichkeit: die Eileiter sind kurze, weite Röhren, welche an den Coxopoditen der drittletzten Thoracalanhänge ausmünden, während die Vasa deferentia Canäle von der Länge des Körpers sind, die anfangs eng, später weiter, an beiden Seiten des hintern Theiles der Thoraxhöhle aufgerollt liegen, wo sie durch ihren weissen Inhalt sehr in die Augen fallen (Fig. 80, *ga'*). Schliesslich münden sie an den Coxopoditen der hintersten Thoracalanhänge.

Die Spermatozoen sind wie bei vielen andern Crustaceen unbeweglich und haben die Form von Zellen mit einem Kern und mehreren zarten radiären Fortsätzen. Sie verbinden sich während ihrer Wanderung durch das Vas deferens zu cylindrischen Massen, welche von einer feinen häutigen, wahrscheinlich von der Wand dieses Ganges abgesonderten Hülle umschlossen werden und so die Spermatophoren bilden, welche man nicht selten an verschiedenen Stellen des Körpers nicht nur bei weiblichen, sondern auch bei männlichen Flusskrebsen hängen findet.

Die Eier werden im Innern des mütterlichen Körpers befruchtet. Während ihren Wanderung durch den Eileiter werden sie von einer der Spermatophorenkapsel entsprechenden Hülle umgeben, welche in einen Stiel ausgeht, dessen Ende an einem der Abdominalanhänge angeheftet wird. Während der Brutzeit findet man grosse Mengen von Eiern in dieser Weise in der durch das umgeschlagene Abdomen gebildeten Brutkammer angeheftet, und in diesem Raume bringen die Embryonen ihr gesammtes fötales Leben zu.

Die Entwickelung des Flusskrebses hat den Gegenstand einer der schönsten unter den vielen vortrefflichen Abhandlungen über Entwicklungsgeschichte, die wir dem Genie und der Ausdauer RATHKES verdanken, gebildet.[1] Nach der Befruchtung entsteht an der Oberfläche des Dotters ein Blastoderm, das sich allmählich über den ganzen Dotter ausdehnt, sich an einer Seite verdickt, und so eine ovale Keimscheibe mit einer centralen Vertiefung bildet.

---

1) H. RATHKE, »Ueber die Bildung und Entwickelung des Flusskrebses«. Siehe ferner LEREBOULLET, »Recherches d'embryologie comparée sur le developpement du brochet, de la perche et de l'écrevisse«, 1862, und den Bericht über BOBRETZKYS Untersuchungen in HOFFMANN und SCHWALBES »Jahresbericht« für 1873.

Diese Scheibe verbreitert und theilt sich sodann an ihrem Vorderende in zwei Lappen, welche mit den später zu beschreibenden »Scheitellappen« des *Mysis*-Embryos identisch sind. Die Ränder der Scheibe erheben sich zu einer Falte, und innerhalb der Falte tritt eine Papille, die Anlage des Abdomens und eines grossen Theiles, wenn nicht des ganzen Thorax, auf, während vorn drei Paare von queren Wülsten die Anlagen der beiden Antennenpaare und der Mandibeln darstellen. Die Oberlippe entsteht als eine mediane, Anfangs zwischen den ersten Antennen liegende Papille. Sodann entwickeln sich vor den ersten Antennen die Augenstiele als ein Paar Leisten, die erst später zu freien Fortsätzen werden.

Nun streckt sich der Thoracoabdominalfortsatz in die Länge, und die Afteröffnung tritt auf. Zu bemerken ist, dass der After zuerst an der dorsalen Seite des Körperendes liegt, und dass kein Telson vorhanden ist. Dies entwickelt sich erst in einer viel spätern Periode aus der Rückenseite des Endes des Abdomens und drängt durch sein Hervorwachsen den After an die ventrale Körperseite.

Inzwischen hat sich hinter der nach hinten rückenden Oberlippe die Mundöffnung entwickelt, während nach einander die Maxillen, Mandibeln und Kieferfüsse als ursprünglich ganz gleiche, erst später sich zu ihrer endgültigen Form heranbildende Wülste auftreten.

Wenn diese Anhänge sich eben angelegt haben, sitzen die Maxillen und das erste Kieferfusspaar vor dem Thoracoabdominal-Fortsatz, das zweite Kieferfusspaar in dem Winkel dazwischen und das dritte Kieferfusspaar sowie die folgenden Anhänge an der sternalen Fläche des Fortsatzes selbst; da aber dieser Fortsatz zuerst nach vorn gegen den übrigen Keim gebogen ist, so blicken die an ihm sitzenden Anhänge nach oben, die am vordern Theile des Embryos angebrachten hingegen nach unten. Bei fortschreitender Entwicklung streckt sich jedoch der Embryo allmählich; ein immer grösserer Theil des vordern Abschnittes des Thoracoabdominal-Fortsatzes nimmt die gleiche Richtung wie der Vordertheil des Embryos an, bis schliesslich der ganze Cephalothorax-Abschnitt eine mit der Dottermembran parallele convexe Fläche bildet und nur das Abdomen gegen den Cephalothorax umgeschlagen bleibt. Der mittlere Theil des Panzers bildet sich durch zusammenhängende Verkalkung der dorsalen Wandungen des Cephalothorax des Embryos. Seine Pleuren entwickeln sich als zwei gesonderte Falten, von denen eine, die

Anlage des Kiemendeckels, den Embryo hinten umzieht und sich an beiden Seiten bis an die Mandibeln nach vorn erstreckt, während die andere, die Anlage des Rostrums und der vordern Kopfpleuren, sich vor den Augen entwickelt und an beiden Seiten der andern entgegenwächst. RATHKES klare Schilderung dieses Vorganges steht vollkommen im Einklang mit dem, was ich selbst bei *Mysis* beobachtet habe, und beweist schlagend, dass der Panzer sich nicht aus einem oder zwei besondern Somiten entwickelt, sondern dass sein Tergalabschnitt den Terga der sämmtlichen Cephalothorax-Somiten entspricht und von ihnen gebildet wird, während der Kiemendeckel und das Rostrum Bildungen der seitlichen Abschnitte aller dieser Somiten sind, nämlich deren wie die Terga verwachsene und zusammenhängend verkalkte Pleuren.

Die Anhänge sind also zuerst einander ähnlich und bestehen jeder aus einem Wulste, welcher schliesslich die Gestalt einer am äussern Ende freien Platte annimmt. Diese Platte wird dann bei allen Gliedmassen mit Ausnahme der Augenstiele und der Mandibeln, aussen zweilappig: der innere Lappen stellt das Endopodit, der äussere das Exopodit und Epipodit dar. Die beiden letzteren werden, wenn sie sich selbständig entwickeln, durch die Theilung des äussern Lappens getrennt. Die Kiemen entstehen zum Theil als Auswüchse aus den Epipoditen, zum Theil als gesonderte Fortsätze derjenigen Körperstellen, an denen sie schliesslich sitzen. Die Theilung der Gliedmassen in Glieder findet vom distalen zum proximalen Ende fortschreitend statt. Das Herz tritt erst spät auf, am hintern Ende des Cephalothorax, also hinter dem Dottersack.

Das Nervensystem des postoralen Abschnittes des Cephalothorax besteht zuerst aus sieben Ganglienpaaren, entsprechend den Mandibeln, Maxillen, Kieferfüssen und Gangbeinen. Die sechs vordern postoralen Ganglien jeder Seite verwachsen bald paarweise, so dass sie ebenso viele unpaare Ganglien bilden, und von diesen vereinigen sich wieder die vier vordern, nämlich die Mandibular-, die beiden Maxillar- und das erste Kieferfussganglion, zu einer einzigen Masse; die beiden hintern Ganglien, d. h. diejenigen des zweiten Kieferfusssomits, verwachsen darauf in derselben Weise, und erst später verschmelzen die so gebildeten beiden Massen zu dem einzigen vordern postoralen Ganglion des fertigen Thieres. Die übrigen Ganglien bleiben nicht nur getrennt, sondern rücken mit fortschreitendem Alter weiter auseinander. Die Gehirnganglien und die Commissur-

stränge werden zuerst als ein Wulst zu beiden Seiten des Oesophagus angelegt; aus dem hintern Theil dieses Wulstes entwickeln sich die letzteren, aus dem vordern die ersteren. Anfangs liegen an jeder Seite zwei Gehirnganglien, das hintere aber, aus dem die Antennennerven entspringen, ist viel grösser als das andere und scheint zwei Ganglien darzustellen. Die Endosterniten entstehen als Fortsätze an jedem der acht hintersten Cephalothorax-Sterna, die sich schliesslich über die Ganglienkette hinüberwölben und mit einander verwachsen.

Der Darmcanal entsteht durch allmähliche Differenzirung und Abgrenzung des sternalen Theiles des Hypoblasts, das den ganzen Dotter umhüllt, von dem tergalen Theile, der zum Dottersacke wird.[1])

Nachdem sich die Leber, die Geschlechtsorgane und die Antennendrüsen entwickelt haben, wird der Dottersack auf ein kleines Blindsäckchen am Pylorusende des Magens reducirt. Die Geschlechtsgänge sind sowohl beim Männchen wie beim Weibchen ursprünglich Divertikel der entsprechenden Stellen der Geschlechtsdrüsen; ihre äusseren Oeffnungen und die Begattungsanhänge des ersten Abdominalsomits des Männchens entwickeln sich erst einige Zeit nach der Geburt.

Die innerhalb der *Podophthalmen* zu beobachtenden Modificationen des Baues sind äusserst interessant:

Schliessen wir zunächst die *Squilliden* aus, so lässt sich die Gruppe nach guten morphologischen Merkmalen in folgende Abtheilungen theilen: — 1. Die *Brachyuren*; 2. die *Anomuren*; 3. die *Macruren*; 4. die *Schizopoden*.

Die morphologischen Beziehungen der *Macruren* sind ungefähr durch ihre Stellung in der obigen Reihe bezeichnet, und so wird *Astacus*, als eine centrale Gattung der centralen Gruppe, zu einer Art von natürlichem Centrum für die gesammten *Podophthalmen*, von dem aus wir eine zusammenhängende Reihe von Umbildungen verfolgen können, welche auf der einen Seite zu den *Schizopoden* mit

1) Nach Bobretzky (a. a. O.) ist kein eigentlicher Dottersack vorhanden, sondern das von Rathke so genannte Gebilde ist das sackförmige Hypoblast, das sich durch Einstülpung des ursprünglichen Blastoderms bildet und über den Dotter hinwächst, bis dieser ganz absorbirt ist. Der Hypoblastsack verwandelt sich in die Leber und den Darm. Der Magen entsteht unabhängig durch Einstülpung des Epiblasts.

ihrem grossen Abdomen und kleinen Cephalothorax, auf der andern zu den *Brachyuren* mit ihrem rudimentären Abdomen und verhältnissmässig ungeheuren Cephalothorax führt.

Bei allen *Macruren* sind zahlreiche, von den Branchiostegiten bedeckte Kiemen vorhanden. Das Abdomen ist gross und dient als Fortbewegungsorgan, indem die Anhänge seines sechsten Somits wohl entwickelt sind. Die Thoracalganglien bilden gewöhnlich eine langgestreckte Kette, und die äussern Kieferfüsse bilden niemals breite Deckplatten für die andern Kiefer. Bei einigen niederen *Macruren* (*Peneus*, *Pasiphaea*) bleibt das Exopodit als ein Anhang an der Basis der Thoracalgliedmassen bestehen; bei zwei Gattungen, *Sergestes* und *Acetes*, werden die hintersten Thoracalgliedmassen rudimentär oder verkümmern vollständig, obwohl die Abdominalanhänge bestehen bleiben.

Bei den höheren *Macruren*, wie *Palinurus*, ist das Nervensystem in höherm Grade concentrirt, so dass die Thoracalganglien eine länglich ovale Masse darstellen. Bei dieser Gattung und ihren Verwandten finden sich ferner auch am Kopf und an den Anhängen Modificationen, welche uns auf die den *Brachyuren* eigenen vorbereiten. In dieser Hinsicht ist der *Palinurus vulgaris* (der Stachelhummer oder die Languste) besonders beachtenswerth. Das Rostrum ist rudimentär und bloss durch einen Stachel vertreten, so dass die vordersten Kopfsomiten unbedeckt bleiben. Die Kopfbeuge ist so stark, dass das Augensternum, das sehr breit ist, ganz an die Spitze des Kopfes gedrängt wird. Die Basalglieder der zweiten Antennen oder die Coxoceriten sind ungeheuer gross, an den umgebenden Theilen befestigt und mit ihren Vorderenden unten in der Mittellinie verwachsen. Oben scheinen sie mit dem Antennularsternum zur Bildung einer vorspringenden keilförmigen Masse verschmolzen zu sein, welche die ersten Antennen vom Augensternum trennt und auf den ersten Blick den Anschein erweckt, als sässen sie unter den zweiten Antennen. Bei dieser Gattung sind das Basicerit, Ischiocerit und Merocerit viel dicker und stärker als die entsprechenden Glieder irgend eines der andern Anhänge, und bei dem nahe verwandten *Scyllarus*, dessen Gesicht im Ganzen ähnlich gebildet ist, sind diese Glieder ausserordentlich verbreitert und abgeplattet und tragen kein Procerit an ihrer Spitze. Bei diesen Gattungen fehlt das Squamocerit oder die gewöhnlich an der Basis der zweiten Antenne angebrachte Schuppe. Bei *Scyllarus* findet sich eine weitere Annähe

rung an die Verhältnisse der *Brachyuren* in der Existenz besonderer Augenhöhlen, die von einem an der Innenseite des Augenstieles der Basis der zweiten Antenne entgegenwachsenden Lappen des Panzers gebildet werden. Das Rostrum bildet jedoch keine mediane Scheidewand, und ebensowenig können die ersten Antennen bei irgend einem bis jetzt bekannten Macruren in besondere Gruben zurückgeschlagen werden.

Die *Anomuren* stehen in ihrem Baue so vollständig in der Mitte zwischen den *Macruren* und den *Brachyuren*, dass sie keiner besondern Besprechung bedürfen; nur ist auf die eigenthümliche Abweichung der an allen Küsten so gemeinen *Paguriden* oder Einsiedlerkrebse von der gewöhnlichen Lebensweise und Gestalt der höheren Crustaceen aufmerksam zu machen. Wesentlich Macruren ihrer Organisation nach, unterscheiden sich diese Crustaceen von allen echten Macruren durch das unverkalkte und weiche Integument ihres unsymmetrischen Abdomens, dessen Anhänge zum grössten Theil verkümmert am sechsten Somit zu Zangen umgebildet sind. Mittels dieser letzteren hält sich der Einsiedlerkrebs an der Spindel der leeren Gastropodenschale, in welche er sein ungeschütztes Abdomen hineinzustecken pflegt, während er seinen zurückgezogenen Körper mit den vergrösserten Scheeren, welche die Stelle eines Deckels einnehmen, bedeckt, so fest, dass er allen Versuchen, ihn gewaltsam herauszuziehen, Widerstand leistet.

Der innere Bau der *Brachyuren* ist im Ganzen dem der *Macruren* ähnlich; die Thoracalganglien sind jedoch in viel grösserem Umfange verwachsen als bei *Astacus* und bilden eine einzige rundliche Masse. Die Kiemen sind nur in geringer Anzahl vorhanden, nie mehr als neun an jeder Seite, manchmal nur sieben. Das Branchiostegit schliesst fest auf die Basen der vier hintersten Thoracalgliedmassenpaare auf und verdeckt bisweilen einen Raum, der viel grösser ist als die Kiemen. Dies ist besonders bei der Landkrabbe (*Gecarcinus*) der Fall, wo die geräumige Kiemenhöhle von einer dicken, gefässreichen Membran ausgekleidet ist, welche bei diesen fast ganz auf dem Lande lebenden Thieren entweder bis zu gewissem Grade die Athmungsfunction versieht oder dazu dient, die Luft in der Kiemenhöhle mit Feuchtigkeit gesättigt zu erhalten.

Das Abdomen ist bei den *Brachyuren* verhältnissmässig klein; sein sechstes Somit besitzt keine Anhänge, und die übrigen dienen, wo sie überhaupt vorhanden sind, nur zu geschlechtlichen Zwecken:

die beiden vordersten Paare bilden zusammen beim Männchen accessorische Begattungsorgane, während beim Weibchen die erhalten gebliebenen Anhänge die Eier halten, welche bis zum Ausschlüpfen der Jungen zwischen dem Thorax und dem unter denselben geklappten Abdomen mit umhergetragen werden. Die weiblichen *Brachyuren* besitzen an jedem Eileiter eine Samentasche, welche bei den *Macruren* fehlt. Beim Weibchen ist das Abdomen grösser und breiter als beim Männchen. In Uebereinstimmung mit dem rudimentären Zustande dieses Körperabschnittes sind die Abdominalganglien nur durch einen Strang vertreten, welcher vom hintern Theil der grossen Thoracalmasse ausgeht. Die interessantesten Abweichungen von den *Macruren* bieten die *Brachyuren* jedoch in ihrem Skelete dar. Wenn wir uns als ein typisches Beispiel den gemeinen Taschenkrebs, *Carcinus maenas* (Fig. 83), auswählen, so finden wir, dass der Panzer ein breites Schild ist, breiter als lang, von etwa fünfeckiger Gestalt, das an den Seiten scharf umbiegt,

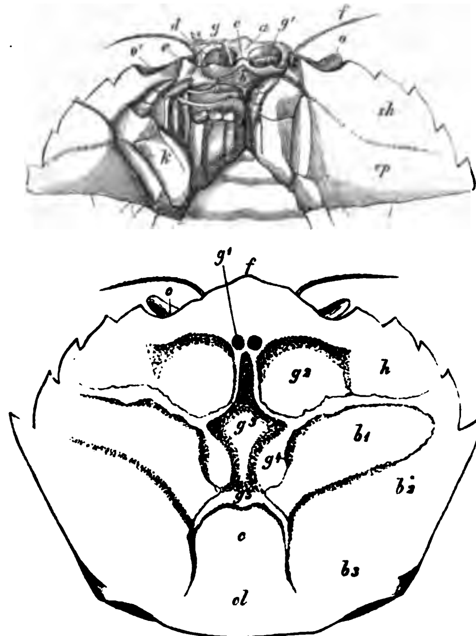


Fig. 83. — *Carcinus maenas.* — Obere Figur: ventrale Ansicht der vordern Hälfte des Panzers: *a.* Rostralseptum; *b.* Antennarsternum; *c.* Naht zwischen beiden; *d.* Supraciliarlappen; *e.* innerer Suborbitallappen; *f.* zweite Antenne; *g.* erste Antenne; *g'.* Gelenkhöhle derselben; *k.* dritter Kieferfuss; *o.* Auge; *o'.* Augenhöhle; *sh.* regio subhepatica; *ep.* vordere Pleuralregion. Untere Figur: dorsale Fläche des Panzers: *f.* Rostrum; *o.* Auge; g^1. Lobus epigastricus; g^2. L. protogastricus; g^3. L. mesogastricus; g^4. L. hypogastricus; g^5. L. urogastricus; *h.* Leberlappen; b^1, b^2, b^3. Epibranchial-, Mesobranchial- und Metabranchiallappen; *c*, *cl.* vorderer und hinterer Herzlappen.

statt langsam bis zur Basis der Beine abzufallen. Er steht mit den vier vordersten Thoracalgliedmassenpaaren in so inniger Berührung, dass kein Gang oder keine Oeffnung wie bei *Astacus* bleibt, sondern der einzige Zugang für das zur Athmung erforderliche Wasser über den Basalgliedern der scheerentragenden vordersten Gangbeine liegt. Die Ränder des Panzers gehen vollkommen über die Basis der Gliedmassen hinaus und wenden sich dann plötzlich, parallel mit einander und mit der Körperaxe, als MILNE-EDWARDS' *Pterygostomial-platten*, nach vorn, um sich mit dem sehr breiten, aber von vorn nach hinten nur kurzen Antennarsternum zu verbinden. Der Raum zwischen den Rändern der Pterygostomialplatten und dem Antennarsternum ist das »cadre buccal« oder das *Peristom*; das Antennarsternum selbst erhält wie bei *Astacus* die besondere Bezeichnung *Epistom*, und die sich nach hinten erstreckende, in ihrem gabligen Hinterrande die Oberlippe tragende Platte heisst das *Endostom*.

Die Mitte der dorsalen Fläche des Panzers ist etwas näher der hintern als der vordern Grenze durch eine kurze quere Vertiefung ausgezeichnet, die sich an beiden Seiten nach vorn und aussen fortsetzt und dann direct nach aussen zum Rande des Panzers umbiegt. Weiter kann ich dies Homologon der Nackenfurche des *Astacus* nicht verfolgen. Erhebungen und Vertiefungen an der vor der Nackenfurche gelegenen Oberfläche des Panzers, welche sich wie beim *Astacus* aus den verwachsenen Terga der sechs Kopfsomiten zusammensetzt, theilen dieselbe in gewisse bestimmte Regionen von bedeutender Wichtigkeit für die Systematik. Eine unregelmässige quere Vertiefung, welche den Panzer nahe an seinem vordern Rande durchzieht, grenzt eine vordere oder Facialregion, welche in einen mittlern *Frontallobus* (Fig. 83, *f*) und seitliche *Orbitalloben* (*o*) zerfällt, gegen eine viel grössere hintere Magenleber-Region ab, welche ihrerseits in kleine seitliche *Leberloben* (*h*) und einen grossen complicirten *Magenlobus* (g^1, g^2 etc.) zerfällt. Der letztere ist abermals in zwei *Lobi epigastrici* (g^1), zwei *Lobi protogastrici* (g^2), einen medianen *Lobus mesogastricus* (g^3), zwei *Lobi metagastrici* (g^4) und zwei *Lobi urogastrici* (g^5), im Ganzen also in neun Felder getheilt. Die Magenfelder entsprechen ungefähr dem Magen, die Leberfelder dem grössern Theil der Leber. Die Region hinter der Nackenfurche besteht aus den verwachsenen Terga der acht Thoracalsomiten; sie ist durch zwei starke Längsfurchen, die *Branchiocardiacalfurchen*, in eine mediane, dem Herzen entsprechende, und zwei seitliche, die

Decke der Kiemenhöhle bildenden Regionen getheilt. Die mediane Region wird durch eine quere Vertiefung wiederum in ein vorderes und ein hinteres Cardiacalfeld getheilt, während die *Branchialregion* in *Epibranchial-* (b^1), *Mesobranchial-* (b^2) und *Metabranchial*felder zerfällt.

Wenden wir uns nun zum umgebogenen untern Theil des Panzers, so sehen wir eine Nahtlinie oder Furche vom Epistom nach aussen und hinten ziehen, fast den äussern Rand des Panzers gegenüber dem äussersten Winkel desselben erreichen und dann parallel mit seiner hintern seitlichen Grenze, in geringer Entfernung davon, nach hinten verlaufen, bis sie schliesslich den Hinterrand schneidet. Der innerhalb dieser Nahtlinie gelegene Panzerabschnitt wird von Milne-Edwards als *unteres Branchiostegit* bezeichnet und soll nach ihm aus einem vordern (*ep*) und einem hintern *Epimeral*stück bestehen, während entsprechend die Oberfläche des Panzers zwischen der Naht und der Umbiegungslinie in die *Regio subhepatica* (*sh*) und die *Regio subbranchialis* zerfällt. Ich kann jedoch diesen Theilen keine Beziehungen zu den echten Epimeren zuerkennen. Die Naht oder richtiger Furche scheint mir vielmehr derjenigen zu entsprechen, welche bei *Astacus* das Pleuron vom übrigen Somit abgrenzt.

Die vordersten Kopfsomiten haben bei *Carcinus* einige eigenthümliche Modificationen erfahren, wodurch ihre wahren Beziehungen zum grossen Theil unkenntlich geworden sind. Die breite dreilappige Platte (Fig. 83, *f*) entspricht dem langausgezogenen Rostrum des *Astacus*; unten läuft sie in der Mittellinie in eine starke Leiste oder Scheidewand aus, deren untrer hintrer Rand convex ist und genau in die vom Antennular- und Augensternum, wo sie sich von der Sternalbiegung nach hinten wenden, gebildete Concavität hineinpasst. Diese Rostralscheidewand (Fig. 83, *a*) ruht also unten und hinten auf dem Epistom und trennt die beiderseitigen Höhlungen, in denen die ersten Antennen und die Augen liegen, vollkommen von einander. Die seitlichen Theile des Rostrums bilden eine flache Decke über den innern Abschnitten dieser Höhlungen, welche die Basen der Augenstiele und der ersten Antennen enthalten; die äussern Winkel des Rostrums laufen dagegen nach unten aus (*d*) und bilden den *Supraciliarlappen*. Die äussere Hälfte der seitlichen Höhlen ist stärker vertieft und wird von einem starken spitzigen Fortsatze begrenzt, dem *äussern Orbitallappen*, der in einen *Supra-*

orbital- und *Suborbital*theil zerfällt. Der Letztere geht allmählich in einen starken Fortsatz der Subhepaticalregion, den *innern Suborbital*lappen (*e*) über; dieser wendet sich nach vorn und oben gegen den Supraorbitallappen, dem er sich nähert, ohne ihn jedoch zu berühren. Zwischen Beide ist die Basis der zweiten Antenne gleichsam eingekeilt.

Die Supraciliar-, äussern Orbital- und innern Suborbitallappen und die zweiten Antennen umschreiben also zusammen eine nach vorn weit offne Höhle, welche, da sie den Endabschnitt der Augenstiele mit den darauf sitzenden Augen beherbergt, die Augenhöhle (*Orbita*) heisst. Die proximalen Abschnitte der Augenstiele treten durch die verhältnissmässig enge Oeffnung, durch welche die innere und äussere Höhle mit einander in Verbindung stehen, zwischen der zweiten Antenne und dem Supraciliarfortsatz hindurch und inseriren sich wie gewöhnlich in den Gelenkhöhlen an jeder Seite des Augensternums, das schmal, kaum breiter als die Scheidewand ist. So kommt es, dass die Augen in ihren Höhlen ganz ausserhalb der ersten Antennen zu liegen scheinen, deren verbreiterte Basen die Augenstiele verdecken und allein den Inhalt der innern Abtheilung der Subfrontalkammer zu bilden scheinen; allein die wirkliche Stellung der Augen ist genau dieselbe wie bei *Astacus*, nämlich vor und über den ersten Antennen. Eine andere interessante Eigenthümlichkeit der Facialregion des Panzers besteht darin, dass die Basalglieder der zweiten Antennen mit dem Sternum des Antennarsomits verwachsen und infolge dessen unbeweglich sind. Von einem Scaphocerit findet sich keine Spur, und die Mündung des Organs, welches der grünen Drüse des *Astacus* entspricht, ist mit einer eigenthümlichen beweglichen Platte ausgerüstet, mit einem nach innen vorspringenden Stiele, an den sich bei *Carcinus* zarte Muskeln ansetzen. Man hat dies Gebilde mit einem Gehörknöchelchen verglichen; allein wie bei *Astacus* liegen die Gehörbläschen im verbreiterten Basalgliede der ersten Antennen.

Eine das Scaphognathit beherbergende Nackenfalte findet sich in der entsprechenden Lage wie bei *Astacus* und grenzt die Kopfregion von der Thoraxregion an den Seiten des Körpers ab. Die Thoracalsterna nehmen allmählich an Breite zu, und die hintersten sind äusserlich durch eine starke mediane Längsvertiefung, die einer Falte an der Innenfläche entspricht, ausgezeichnet. Die Apodemalfächer sind gut entwickelt, allein der bei den *Macruren* so

mächtig ausgebildete Sternalcanal fehlt bei diesem wie bei allen *Brachyuren*.

Die Bildung der Anhänge ist wesentlich die gleiche wie bei *Astacus*, nur ist am dritten Thoracalanhange oder dem äussern Kieferfusse das Ischopodit und das Meropodit stark vergrössert, so dass sie eine breite Platte bilden, die mit der gegenüberliegenden die übrigen Organe verdecken und deshalb den Namen Gnathostegit erhalten (Fig. 83, *k*). Die drei Endglieder des Beines bleiben klein und bilden einen tasterartigen Anhang, den *Endognathal-Palpus*.

Bei einigen der niederen *Macruren* besitzen die Thoracalgliedmassen ein kurzes Exopodit und die hintersten Kieferfüsse sind von den gewöhnlichen Thoracalgliedmassen nicht zu unterscheiden. Solche Formen bilden den natürlichen Uebergang zu den *Schizopoden*, einer Gruppe, welche ihren Namen der durch die mächtige Entwicklung des Exopodits, das bei diesen Crustaceen ebenso gross wie das Endopodit ist, hervorgerufenen scheinbaren Spaltung der Gliedmassen verdankt. In dieser Gruppe lässt sich ferner in vielen Fällen kaum eine Grenze zwischen den Kieferfüssen und den Thoracalgliedmassen ziehen, nur ist das vorderste Paar etwas kleiner als die übrigen. Deshalb besitzt nach Milne-Edwards *Thysanopoda* acht Paar von Thoracalgliedmassen (»Crustacés«, II. 464). Die Kiemen fehlen bei den *Schizopoden* häufig, und wo sie, wie bei *Thysanopoda*, gut entwickelt sind, liegen sie nicht unter dem Branchiostegit verdeckt, sondern hängen frei an der Basis der Thoracalgliedmassen herab. Bei *Mysis* besteht der einzige Vertreter einer Kieme (wenn es wirklich einer ist) in einem am ersten Thoracalanhange sitzenden Fortsatze. Bei *Cynthia* sitzen die Kiemenanhänge an den Abdominalgliedmassen.

Bei *Thysanopoda*, *Mysis* und *Cynthia* ist der allgemeine Körperbau dem der *Macruren* ähnlich, nur ist bei *Mysis* die Mehrzahl der Abdominalanhänge rudimentär.

Bei *Leucifer* geht das Antennarsomit in einen sehr langen, schmalen Stiel aus, der die Augen mit ihren langen Stielen und die beiden Antennenpaare an seinem Ende trägt und auf diese Weise vom übrigen Cephalothorax, der von einem zarten, an den Seiten umgeschlagenen Panzer bedeckt ist, trennt. Die vordersten Thoracalgliedmassen sind rudimentär, und das hinterste Paar fehlt. Das Herz ist kurz und rundlich und liegt wie gewöhnlich im Thorax.

Bei *Astacus fluviatilis* geht, wie wir gesehen haben, der Embryo langsam und allmählich in die Form des fertigen Thieres über und ist, wenn er das Ei verlässt, dieser so ähnlich, dass die Veränderungen durchaus nichts mit der bekannten Metamorphose der Schmetterlinge und Käfer Vergleichbares darbieten.

Allein die meisten *Podophthalmen* ähneln insofern den *Copepoden* und der Mehrzahl der *Entomostraken*, als ihre Jungen, wenn sie das Ei verlassen, eine ganz andere Gestalt haben als die Eltern und erst nach einer Reihe von Häutungen die fertige Form annehmen.

Die Beobachtungen von Fritz Müller [1]) haben uns gelehrt, dass eine *Peneus*-Art eine Metamorphose durchmacht, welche derjenigen der *Copepoden* parallel geht. Wenn der junge *Peneus* das Ei verlässt (Fig. 84, A), hat er einen ovalen, ungegliederten Körper mit einem unpaaren Stirnauge, einer grossen Oberlippe und drei Paaren von Schwimmanhängen, er ist, mit andern Worten, in jeder Hinsicht ein richtiger *Nauplius*. Die Nauplius-Form entwickelt darauf ein rundliches Rückenschild; das erste und zweite Anhangpaar bleiben lang und werden zu den beiden Antennenpaaren, während das dritte Paar, indem seine Basalglieder sich auf Kosten des übrigen Anhangs vergrössern, zu den Mandibeln werden. Später treten hinter den Mandibeln noch vier weitere Paare von Anhängen auf, von denen die hinteren drei zweiästig sind; dieselben werden zu den beiden Maxillenpaaren und ersten zwei Kieferfusspaaren. Dahinter befinden sich dann noch fünf Paare von kurzen blattartigen Fortsätzen, welche sich schliesslich in die übrigen Thoracalanhänge verwandeln. Die sechs Somiten des Abdomens sind lang und deutlich; das letzte geht in zwei borstige Fortsätze aus. Sie sind Anfangs ohne Anhänge. In diesem Stadium (Fig. 84, B), welches der sogenannten *Zoaea*-Form andrer *Podophthalmen* entspricht, sind die Hauptbewegungsorgane die beiden Antennenpaare, und die Aehnlichkeit mit einem ausgebildeten Copepoden ist so gross, dass man recht gut von einem *Copepoden-Stadium* reden könnte. Von nun an aber hören die zweiten Antennen, indem sie im Verhältniss zum übrigen Körper kleiner werden, auf, die Hauptbewegungsorgane zu sein, und das sich rasch verlängernde Abdomen übernimmt diese Function. Die gestielten paarigen Augen, welche im Copepoden-Stadium aufgetreten waren, entwickeln sich vollkommner. An Stelle des gegliederten Exopodits

1) Fritz Müller. »Für Darwin«. Leipzig, 1864.

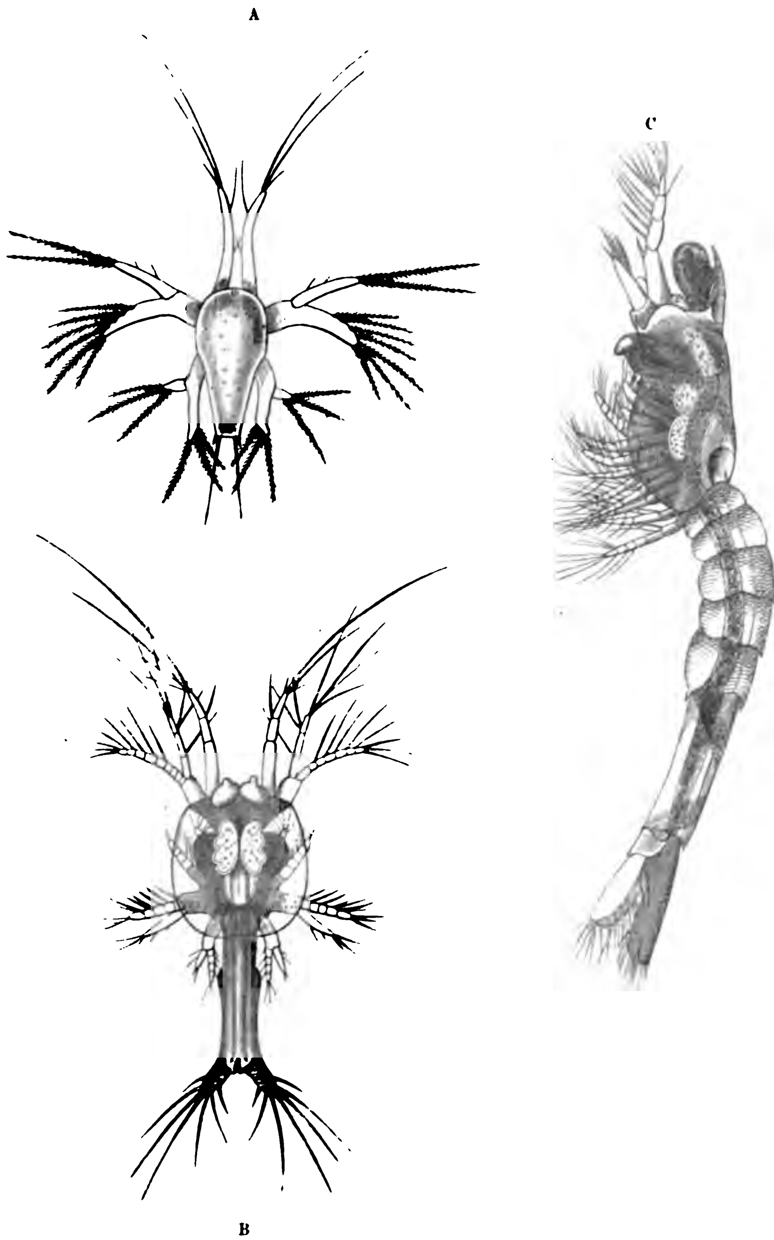


Fig. 84. — *Peneus.* A. *Nauplius*-Stadium. B. *Zoaea*- oder Copepoden-Stadium. C. *Schizopoden*-Stadium. (Nach Müller.)

der zweiten Antenne tritt eine einzige Platte. Die stark vergrösserten Thoracalgliedmassen erhalten ein Endopodit und ein Exopodit, wie bei den *Schizopoden*; es entwickeln sich Kiemen an ihnen, und die Abdominalanhänge treten auf. Dieses Stadium kann man das *Schizopoden-Stadium* nennen (Fig. 84, C). Endlich geht das mediane Auge zu Grunde, das Exopodit der Thoracalgliedmassen verschwindet, und die Larve nimmt alle Charaktere des ausgebildeten *Peneus* an.

Bei der grossen Mehrzahl der *Podophthalmen* macht der Embryo, nachdem er das Ei verlassen hat, eine gleichfalls bemerkenswerthe Metamorphose durch. Diese Thatsache wurde zuerst von SIEBOLD angegeben, dann von VAUGHAN THOMPSON bewiesen, dessen Beobachtungen von vielen neueren Forschern, namentlich SPENCE BATE [1]) und CLAUS [2]) bestätigt und erweitert worden sind. Allein die Stufen dieser Metamorphose unterscheiden sich von den beim *Peneus* beobachteten durch das scheinbare Fehlen des ersten oder *Nauplius*-Zustandes. Möglicherweise wird dieser jedoch durch eine zarte cuticulare Hülle vertreten, welche die Larve bald, nachdem sie das Ei verlassen hat, abstreift. Die Larve entspricht dann der spätern Form des *Copepoden*-Stadiums von *Peneus* und wird als *Zoaea* bezeichnet. Die *Zoaea* hat einen kurzen, oft vorn und hinten mit langen medianen stachelartigen Verlängerungen ausgestatteten Panzer. Zwischen den seitlichen sitzenden Facettenaugen liegt ein unpaares medianes Auge; ferner sind zwei Antennenpaare, ein Mandibelpaar und zwei Maxillenpaare vorhanden, kurz alle Anhänge des Kopfes. Von den Thoracalanhängen sind die ersten beiden Paare gut entwickelt und endigen mit einem Exopodit und Endopodit. Hinter diesen Anhängen aber, welche zu den ersten beiden Kieferfusspaaren werden, sind nur kurze Anlagen von den sechs übrigen Thoracalanhängen vorhanden, und die Somiten des langen Abdomens tragen gar keine Anhänge. Später treten auch diese auf, die hinteren Thoracalgliedmassen werden grösser, und die Augen erhalten ihre Stiele: so sieht die Larve wie einer der niederen *Macruren* aus. Darauf wird der Panzer breiter, seine Stacheln kürzer, während die Gangbeine des Thorax die Charaktere derjenigen des ausgebildeten

---

1) SPENCE BATE, »On the development of Decapod Crustacea.« — Philosophical Transactions, 1857.

2) CLAUS, »Zur Kenntniss der Malakostrakenlarven« — Würzburger Naturwissenschaftliche Zeitschrift, 1861.

Thieres annehmen; die zwei vordersten zweiästigen Paare verwandeln sich in die ersten und zweiten Kieferfüsse. Das Abdomen wird verhältnissmässig kurz und schmal, und die Larve nimmt die Charaktere eines *Anomuren* an. In diesem Stadium heisst sie *Megalopa*. Durch weitere Veränderungen in derselben Richtung geht der Anomurenzustand in den des jungen *Brachyuren* über. Alle diese Umgestaltungen sind von Häutungen der Chitincuticula begleitet.

Gute Beispiele für diese verschiedenen Stadien liefern die Jungen des Taschenkrebses, *Carcinus maenas* (Fig. 85, A, B, C). Die

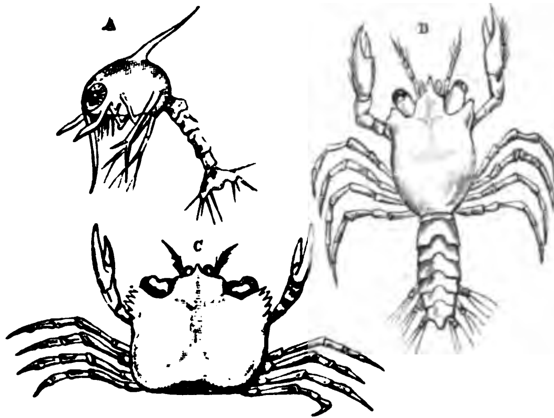


Fig. 85. — Entwicklung von *Carcinus maenas*. A. Zoaea-Stadium. B. Megalopa-Stadium. C. Endstadium. (Nach Couch.)

Larve hat, wenn sie das Ei verlässt, sitzende Augen, ein langes, spitziges Rostrum und einen von der Mittellinie des Panzers vorspringenden Stachel, rudimentäre zweite Antennen und zwei Paare von Schwimmanhängen — die Anlagen der vordern Kieferfüsse. Die Abdominalsomiten haben keine Anhänge. Das Telson ist breit und zweilappig (Fig. 85, A). Dieses *Zoaea*-Stadium nimmt nach wiederholten Häutungen die in Fig. 85, B dargestellte *Megalopa*-Form an. Endlich wird der Panzer breiter, das Abdomen verliert seine Anhänge und schlägt sich unter den Thorax; es bilden sich die für die *Brachyuren* charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Facialregion aus; die ersten Antennen und die Gangbeine erhalten ihre charakteristischen Grössenverhältnisse, und nach und nach nimmt der kleine *Brachyure* die besondern Merkmale von *Carcinus* an (Fig. 85, C).

Besonders interessant ist die Entwicklung von ***Mysis***[1]), da sie ein Licht auf das Verhältniss der zwei bei den Crustaceen vorkommenden Entwicklungsweisen, derjenigen mit und derjenigen ohne Metamorphose, zu werfen scheint.

Die Eier bestehen aus einer von einem zarten Chorion umschlossenen Dottermasse. Das Blastoderm erscheint als ein ovaler Fleck auf der Dotteroberfläche (Fig. 86, A, *c*), der in der Mitte am dicksten ist und hier eine mehr oder minder deutliche Vertiefung (A, B, *c*) zeigt. Es ist von dem darunter liegenden Dotter (*b*) scharf abgesetzt und besteht aus einer feinkörnigen Masse, in welcher zahlreiche Kerne von 0.014 bis 0.012 mm. Durchmesser liegen.

Das Blastoderm wird dann an einem Ende breiter als am andern, und eine mediane Einbuchtung theilt dies Ende allmählich in zwei Lappen, welche schliesslich die vordern Wände des Kopfes bilden. und die »Scheitellappen« (*lobi procephalici*) heissen mögen.[2])

Die mediane Vertiefung wird nun deutlicher, und an dem den Scheitellappen gegenüber liegenden Ende wächst das Blastoderm in eine Art von nach vorn gerichteter Papille aus. Dies ist die Anlage des Schwanzendes. Aus dem vordern Theil des Blastoderms wachsen dann an jeder Seite zwei Papillen hervor, deren Spitzen nach hinten gerichtet sind; aus ihnen werden die beiden Antennenpaare. Diese Theile sind sämmtlich von einer zarten Cuticularmembran umhüllt, welche sich allmählich über den ganzen Dotter unter der Dotterhaut hin ausbreitet und ihn umgiebt. Am Ende der Schwanzpapille bildet sie einen breiten, in Borsten ausgehenden Fortsatz, der bald fächerartig erscheint, bald so tief eingeschnitten ist, dass er wie zwei Griffel aussieht.

Der Embryo hat damit eine Stufe erreicht, die wir als sein Larvenstadium bezeichnen können. In diesem Zustande verlässt er die Dotterhaut, die ihn bisher umschlossen hatte, und liegt frei in

---

1) Vergl. E. van Beneden, »Développement des Mysis.« — Bulletin de l'Académie de Bruxelles, 1869.

2) Es ist höchst interessant zu sehen, welche Uebereinstimmung zwischen der embryonalen Anlage des Kopfes von ***Mysis*** (und andrer Arthropoden, kann ich hinzufügen) und derjenigen des Wirbelthierkopfes besteht. Die Scheitellappen haben eine bemerkenswerthe Aehnlichkeit mit den trabeculae cranii des Wirbelthierembryos und die Kopfbeuge der Crustaceen oder Insecten hat ihr Analogon, wenn nicht ihr Homologon, in dem Winkel, den die Trabecularregion der Schädelbasis Anfangs mit der Parachordalregion bei den meisten Wirbelthieren bildet.

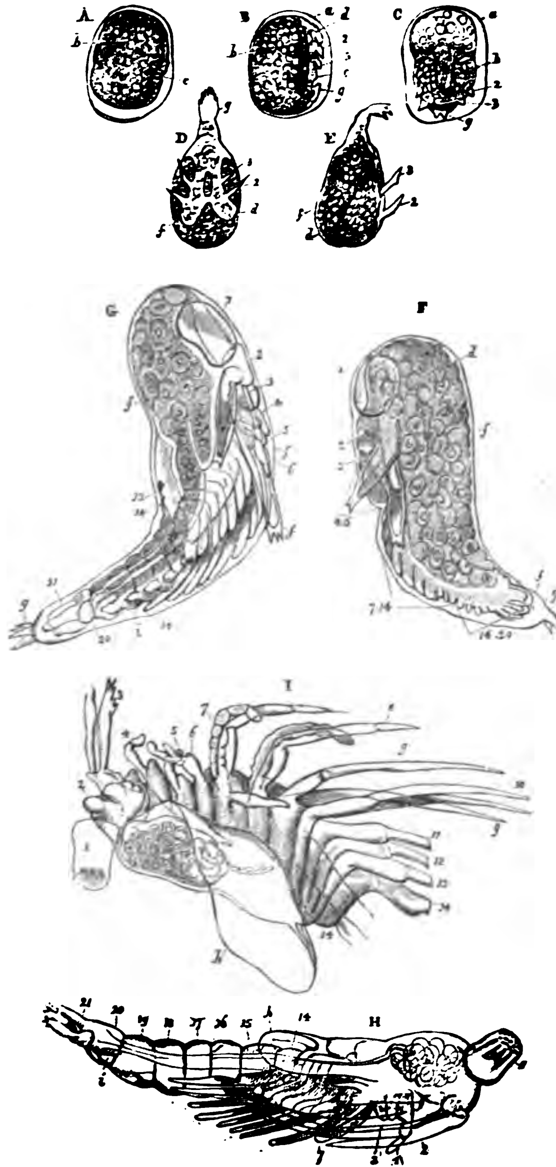


Fig. 86. — Die Entwicklung von *Mysis*. — A. Seitenansicht des Eies, bei dem sich eben das Blastoderm angelegt hat. B. Seitenansicht eines weiter entwickelten Eies. C. Vorderansicht eines Eies von gleichem Alter, mit dem Scheitellappen. *b.* D Larve in Vorderansicht. E. Seitenansicht derselben. (Diese Figuren sind vom Holzschneider umgedreht worden.) F. junge Puppe. G. weiter entwickelte Puppe. H. junge Mysis, welche ihre Puppenhaut abgestreift hat. I. Vorderabschnitt derselben, vergrössert und mit zurückgeschlagenem Panzer. *a.* Dottermembran; *b.* Dotter; *c.* centrale Vertiefung des Blastoderms; *d.* Scheitellappen; *f.* Larvenhülle; *g.* deren Schwanzverbreiterung; *h.* Panzer; 1, 2, 3, 4 etc., die Somiten und ihre Anhänge, von vorn nach hinten gezählt.

der Bruttasche der Mutter. Gleichzeitig verbreitert sich das Schwanzende und streckt sich, so dass keine Spur mehr von der ursprünglichen Krümmung unter dem Thoracalabschnitt des Blastoderms bleibt. Die Larve (D, E) sieht nun aus wie eine Birne mit vier Fortsätzen (2, 3), den beiden Antennenpaaren, die jetzt bedeutend länger geworden sind, an der Oberfläche.

Die junge *Mysis* wächst alsdann rasch und verändert ihre Gestalt bedeutend; allein eine sehr bemerkenswerthe Thatsache ist, dass das ursprüngliche Integument unverändert bleibt: es dehnt sich zwar allmählich aus, um sich der steigenden Grösse des Fötus anzupassen, nimmt aber sonst keinerlei Antheil an der Umgestaltung desselben. Man könnte daher die junge *Mysis* in diesem Zustande recht wohl eine Puppe nennen, denn das Verhältniss des ursprünglichen Integumentes zu dem darin liegenden Thiere ist genau das gleiche wie dasjenige der Puppenhaut zur Imago eines Insects.

Die Antennenpaare bleiben innerhalb dieser Hülle erhalten, nehmen aber, indem sie sich bedeutend verlängern und sich an ihrem Ende theilen, mehr und mehr ihre eigentliche, endgültige Gestalt an.

Vor den ersten Antennen tritt an jedem Scheitellappen ein grosser rundlicher Höcker auf, der schliesslich zum Augenstiele wird. Anfangs liegen die Sternalabschnitte der diesen drei Anhangpaaren entsprechenden Somiten in einer Ebene mit einander und mit den hinteren Sterna (F, G); nach und nach aber biegen sie sich um (H), und schliesslich nimmt das Augensternum den obern und vordern Theil des Kopfes ein (I). Auf diese Weise entsteht die Kopfbeuge. Eine Andeutung des Mundes befindet sich hinter dem Antennarsternum, das in der Mittellinie nach hinten vorspringt und so die Oberlippe bildet. An beiden Seiten des Mundes treten die Anlagen der Mandibeln auf und dahinter die papillenartigen Anfänge der beiden Maxillenpaare. Hinter dem zweiten Maxillenpaar bezeichnet eine deutliche Einschnürung den Beginn des Thorax, dessen Anhänge zuerst als höckerartige Erhebungen von durchaus gleichem Charakter entstehen, sämmtlich parallel mit einander nach hinten gerichtet. Das Abdomen ist zuerst sehr klein, und die Anhänge des sechsten Somits erhalten schon früh eine weit bedeutendere Grösse als die übrigen. Das Telson entwickelt sich in der Mittellinie über dem After. Während alle diese Veränderungen vor sich gehen, wächst das Blastoderm allmählich auch auf die tergale Fläche des

Embryos hinüber und schliesst sie ein. Der Panzer wird zuerst als eine an den Seiten der hintern Thoracalsomiten auftretende Leiste sichtbar, welche am vorletzten Somit beginnt und sich nach und nach bis zum Antennarsomit nach vorn erstreckt. Die Leiste wächst und wird zu einer Falte, welche die Basis der Thoracalanhänge bedeckt (G); wenn man sie zurückschlägt (I), kann man sich leicht von ihrer eigentlichen Anheftungsweise überzeugen.

Nachdem der *Mysis*-Fötus sich soweit entwickelt hat, dass alle seine Organe angelegt sind und sich nur noch in ihrer Form von denen des ausgebildeten Thieres unterscheiden, dann streift er seine Puppenhaut ab und streckt den Körper, der, nachdem sein hinterer Abschnitt beim Embryo (B) gegen den vordern zurückgebogen war, in der Puppe allmählich die entgegengesetzte Krümmung angenommen hatte (F, G). Seine Dimensionen sind dreifach so gross wie diejenigen des Embryos, und er bewegt sich lebhaft, wenn man ihn aus der Bruttasche der Mutter hervorholt. Wahrscheinlich häutet er sich noch einmal, ehe er die ausgebildete Form erreicht.

Bei *Mysis* geht also das *Nauplius*-Stadium (D, E) so rasch vorüber, dass der Embryo es in einer sehr frühen Periode durchläuft, und nur die diesem Stadium angehörige Cuticularhülle als Zeuge seines Daseins übrig bleibt. Ein Schritt weiter in der Abkürzung des *Nauplius*-Stadiums, und der allgemeine Entwicklungsgang von *Mysis* würde sich von dem des *Astacus* in Nichts mehr unterscheiden. Andrerseits hat METSCHNIKOFF[1] gefunden, dass ein anderer Schizopode, *Euphausia*, das Ei als echter *Nauplius* verlässt.

Die *Phyllosomen* (Fig. 87) sind seltsame pelagisch lebende Meerescrustaceen, bei denen der Körper fast ganz aus zwei grossen, äusserst flachen und durchsichtigen Scheiben ohne jede Gliederung besteht. Die vordere Scheibe trägt an ihrem vordern Rande die gestielten Augen und die beiden Antennenpaare, während die Mandibeln und das vordere Maxillenpaar eine kleine Hervorragung hinten an ihrer ventralen Fläche bilden. Das zweite Maxillenpaar liegt ein wenig nach hinten und aussen und trägt ein Scaphognathit. Dicht hinter diesen Anhängen befindet sich die Falte einer Nackenfurche, welche die vordere Scheibe von der hintern trennt. Die vordere Scheibe enthält den Magen und die Leber und entspricht in dieser

1 METSCHNIKOFF, Zeitschrift für wiss. Zoologie. 1871.

Hinsicht wie in ihren Anhängen genau dem Cephalostegit des Panzers eines gewöhnlichen Krebses und seinen sechs Sterna. Die hintere Scheibe enthält dagegen das kurze, fast runde Herz sammt dem Darm und trägt die acht Paare von Thoracalanhängen, von denen das vorderste und das hinterste manchmal rudimentär sind. Das Abdomen ist gewöhnlich sehr klein und liegt in einem Einschnitte des hintern Randes der Thoraxscheibe. Es trägt sechs Paare von Anhängen. Geschlechtsorgane hat man bei den *Phyllosomen* nicht gefunden. Man hat Grund anzunehmen, dass sie nur Larven der Macruren-Gattungen *Palinurus*, *Scyllarus*, *Thenus* und Verwandten sind.[1])

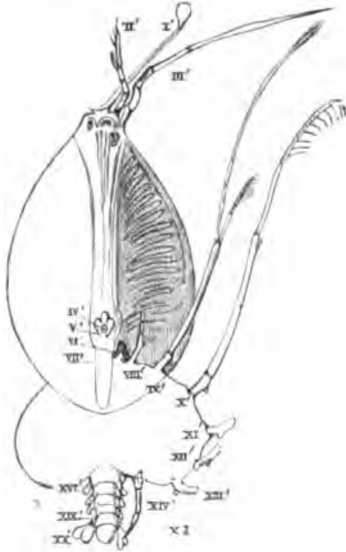


Fig. 49. — *Phyllosoma.* — Bauchansicht des Körpers mit den Gliedmassen I'—XX' der linken Seite; von XI'—XIII' sind nur die Basalglieder dargestellt.

Die Cumaceen. — Dies sind höchst merkwürdige, einerseits mit den *Schizopoden* und *Nebalia*, andrerseits mit den *Edriophthalmen* und den *Copepoden* verwandte Formen, welche wiederum in vieler Hinsicht so aussehen, als seien es persistente Larven von höheren Crustaceen.

Cuma Rathkei könnte auf den ersten Blick leicht für einen Copepoden gehalten werden. Sie besitzt einen verhältnissmässig kleinen dicken Panzer, der scheinbar vorn in ein Rostrum ausgeht. Hinter

1) Nach der Beobachtung von Dohrn (»Zur Entwicklungsgeschichte der Panzerkrebse«. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XX. 1870. S, 248 ff.), dass die aus den Eiern von *Palinurus* und *Scyllarus* hervorgehenden Jungen *Phyllosomen*-Form besitzen, sowie nach den Untersuchungen von Richters (»Die Phyllosomen.« — Ebenda, Bd. XXIII. 1873. S. 623 ff.), welcher eine Anzahl von Uebergangsstadien zwischen *Phyllosoma* und Panzerkrebsen beobachtete und zu dem Resultate gelangte, dass die longicornen Phyllosomen in den Entwicklungskreis von *Palinurus*, die lamellicornen in den von *Scyllarus*, *Ibacus* etc. gehören, kann die Larvennatur der *Phyllosomen* nicht wohl mehr in Zweifel gezogen werden. Vergl. ferner Claus, »Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceen-Systems«, Wien, 1876. S. 50 ff., S. 114. D. Uebers.

ihm folgt eine Reihe von zwölf allmählich schmäler werdenden freien Segmenten, deren Anhänge grossen Theils verkümmert sind. Das letzte von diesen Segmenten ist ein spitziges Telson; die vordersten fünf, welche dem Thorax angehören, tragen Thoracalgliedmassen, während das elfte und letzte wahre Somit des Körpers seine charakteristischen griffelförmigen Anhänge besitzt. Die Anhänge der vorhergehenden Abdominalsomiten können entweder fehlen oder sehr klein oder rudimentär sein. Wie Dohrn nachgewiesen hat, gilt dies jedoch nur von den Weibchen der *Cumaceen*. Die Männchen, welche früher zu den Gattungen *Bodotria* und *Alauna* gerechnet wurden, haben oft gut entwickelte Abdominalgliedmassen; doch treten dieselben erst spät auf. Es ist interessant, dass die Weibchen in dieser Hinsicht mehr vom Larvencharakter beibehalten als die Männchen.

Untersucht man das scheinbare Rostrum sorgfältig, so findet man, dass es längs der Mittellinie durch eine vor dem hier unpaaren und sitzenden Auge verlaufende Spalte getheilt ist, welche sich dann in zwei Aeste theilt, die nach hinten und aussen ziehen und endigen, ehe sie die Hälfte der Länge des Panzers zurückgelegt haben; sie trennen also einen medianen Lappen, der an seiner Spitze das Auge trägt, von zwei seitlichen Fortsätzen ab. Die seitlichen Fortsätze sind einfach Verlängerungen der anterolateralen Abschnitte des hinteren Theiles des Panzers (gleichsam die ausserordentlich verlängerten und sich in der Mittellinie begegnenden anterolateralen Winkel des *Mysis*-Panzers), während der mittlere Lappen, wie mir scheint, dem Cephalostegit des Panzers bei den gewöhnlichen *Podophthalmen* entspricht; dann liegen die Insertionen der Mandibularmuskeln an ihrer normalen Stelle, nahe der hintern Grenze desselben. Der hintere Theil des Panzers entspricht mithin den Terga der drei vordersten Thoracalsomiten, während die fünf hinteren, wie wir gesehen haben, frei und beweglich sind.

Die fünf vordersten Thoracalanhangpaare sind ähnlich gebaut wie bei den *Schizopoden*; die drei hintersten haben keine Exopoditen. Beim Weibchen hat nur das sechste Abdominalsomit Anhänge, beim Männchen dagegen sind auch die beiden vordersten Abdominalsomiten mit Griffeln versehen. Beim Weibchen sitzen am vierten, fünften und sechsten Thoracalanhang Platten zum Tragen der Eier. Der Bau des Kopfes ist eigenthümlich. Man kann weder ein Augensternum noch Augenstiele unterscheiden: das unpaare oder die ganz

nahe aneinander gerückten beiden Augen sitzen an der Medianlinie an der obern Fläche des Kopfes. Die Coxopoditen und Basipoditen der beiden Antennen sind fast rechtwinklig zur Körperachse nach unten gebogen und scheinen mit ihren Sterna verwachsen zu sein. Die darauf folgenden Glieder sind frei und nach vorn gerichtet. Die ersten Antennen sind beim Weibchen viel länger und kräftiger als die zweiten, während beim Männchen die zweiten Antennen sehr lang sind. Die Oberlippe ist gross, die Mandibeln stark und nicht mit einem Taster versehen. Es ist ein deutliches Metastom vorhanden, und die Maxillen sind zart und blattförmig. An der Basis des ersten Thoracalanhanges sitzt eine papillenförmige Kiemenplatte. Die Oberfläche vieler Körpertheile besitzt bei einigen Arten eine höchst eigenthümliche Sculptur, welche auffallend an die der *Eurypteriden* erinnert.

Wie bei den *Podophthalmen* ist das Herz kurz oder von mässiger Länge und liegt im hintern Theil des Thorax.

DOHRN[1]) hat nachgewiesen, dass die Entwicklung der Cumaceen ohne Metamorphose erfolgt. Der Embryo ähnelt in den meisten Beziehungen demjenigen von *Mysis*; statt der Cuticularhülle des vorübergehenden Nauplius-Stadiums mit seinen zwei Anhangpaaren ist jedoch nur eine Art von cuticularem Sack mit einer Verdickung in der Mittellinie der Tergalseite vorhanden, den der Embryo zersprengt, wenn er grösser wird. In dieser Hinsicht ist, wie DOHRN zeigt, die Aehnlichkeit der Embryonalentwicklung der *Cumaceen* mit derjenigen der *Edriophthalmen* sehr auffallend; ohne Zweifel bilden sie ein Bindeglied zwischen den *Podophthalmen* und den *Edriophthalmen*. Berücksichtigt man andrerseits ihre gesammte Organisation, so stehen sie an der Wurzel der Malakostrakengruppe und sind einer *Peneus*-Larve im Copepoden-Stadium vergleichbar, deren Gliedmassen und Körper in der Richtung der *Schizopoden* umgebildet sind, während der Vordertheil des Kopfes copepodenartig geblieben ist.

Fossile *Brachyuren* sind in tertiären Ablagerungen häufig, in älteren Formationen dagegen selten. *Macruren* von einem eigenthümlichen Typus (*Eryon*) kommen in den mesozoischen Schichten

1) A. DOHRN, »Ueber den Bau und die Entwickelung der Cumaceen« — Jenaische Zeitschrift f. Med. und Naturw. Bd. V. 1870.

vor, und vielleicht gehört auch der *Gampsonyx* aus der Kohle zu den *Podophthalmen*.

Die Edriophthalmen. — Die *Edriophthalmen* gleichen den *Podophthalmen* darin, dass sie niemals mehr als die typische Zahl 20) von Somiten besitzen; dagegen ist bei einigen Gliedern der Gruppe infolge des verkümmerten oder rudimentären Zustandes des Abdomens der Körper aus weniger Somiten zusammengesetzt. Augen können fehlen; wo sie vorhanden sind, sind sie gewöhnlich einfach und entweder sitzend oder auf unbeweglichen Stielen angebracht (*Munna*. Die ersten Antennen verschwinden bei den Land-*Isopoden* fast ganz, während bei einigen *Amphipoden* die zweiten Antennen rudimentär werden oder verschwinden. Die Mandibeln verlieren bei den Asseln ihre Taster, welche sich also, wie auch durch den Besitz nur eines wohlentwickelten Antennenpaares, den Insecten nähern. Gewöhnlich sind die hintersten sieben, mindestens die hintersten vier Thoracalsomiten vollkommen von einander gesondert und frei beweglich. Die Augen- und Antennarsomiten sind mit dem übrigen Kopfe verwachsen. Die Kiemen sitzen an den Thoracalgliedmassen oder sind Modificationen der Abdominalanhänge. Das Herz ist langgestreckt und vielkammrig. Die hervorragendsten Merkmale der Gruppe werden jedoch am verständlichsten durch das Studium einer Gattung wie *Amphithoë*, deren Organisation in ihren Hauptverhältnissen in Fig. 88 dargestellt ist.

Der Körper dieses Thieres ist seitlich comprimirt, zusammengerollt und in funfzehn sehr deutliche Segmente getheilt, wenn wir den Kopf als erstes, das Telson als letztes rechnen.

Der Kopf besitzt eine rundliche Tergalfläche; die Vorderseite steht senkrecht zur Körperaxe und geht vorn in ein starkes, gebogenes und spitzes Rostrum aus. An beiden Seiten trägt sie einen Haufen einfacher Augen, und vorn, unmittelbar unter dem Rostrum sitzen die beiden langen, vielgliedrigen ersten Antennen. Unter diesen sind die kürzeren, aus weniger Gliedern bestehenden zweiten Antennen eingefügt, und eine grosse bewegliche Oberlippe vervollkommnet die Unterseite des Gesichts. Darauf folgen die starken gezähnten Mandibeln mit ihren Tastern (IV′) und zwei Paar von mehr oder minder blattförmigen Maxillen. Da die Augen sitzend sind, so sind diese fünf Anhangpaare die einzigen, die dem Kopfe angehören; allein ebenso wie bei den *Podophthalmen* gewisse von

den vordern Thoracalgliedmassen in accessorische Mundwerkzeuge verwandelt sind, so ist bei *Amphithoë* das erste Paar dieser Gliedmassen gegen den Mund angelegt und bildet eine grosse Unterlippe (VII').

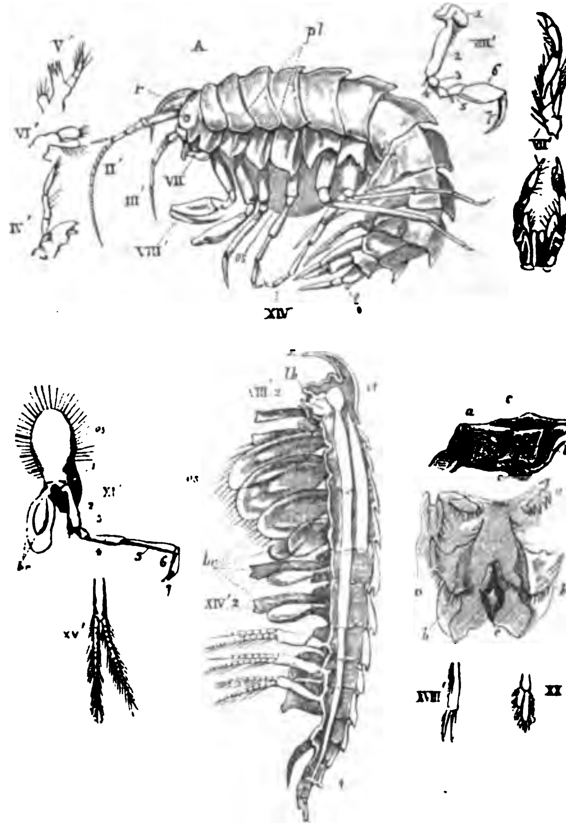


Fig. 88. — *Amphithoë.* — Die Buchstaben und Figuren haben dieselbe Bedeutung wie bei den andern Crustaceenfiguren, nur *os.* Oostegit. Br. Kiemen. C. Seitenansicht des Magens; D. von oben geöffnet; *a, b, c.* verschiedene Theile seiner Bewaffnung.

Der »Kopf« von *Amphithoë* wird also durch Verwachsung der sieben vordersten Körpersomiten gebildet; allein ich glaube, dass das Tergum des siebenten (oder ersten Thoracal-) Somits wie bei einem Stomatopoden verkümmert ist, so dass die Tergalfläche des *Edriophthalmen*-Kopfes genau dem Cephalostegit (oder dem vor der Nackenfurche gelegenen Theile des Panzers) bei den *Podophthalmen* entspricht. Spence Bate hat in seinem werthvollen »Bericht über die Edriophthalmen« nachgewiesen, dass bei den in Rede stehenden

Crustaceen sich am hintern Theil der Sternalregion des Kopfes an jeder Seite ein starkes Apodem erhebt und, indem es nach innen und vorn zieht, sich mit dem gegenüberliegenden zur Bildung eines Endophragmalbogens verbindet, der den Oesophagus und den Magen trägt und die unter ihm hinlaufende Nervencommissur zwischen dem ersten und zweiten Suboesophageal-Ganglion schützt.

Der Entdecker dieses Gebildes ist der Meinung, es stelle die Terga der drei unmittelbar auf den Mund folgenden Somiten dar; allein ich sehe darin nichts Anderes als den Vertreter des durchaus ähnlichen Mesophragmas, das die vordersten Apodemen bei *Astacus* bilden. Die Uebereinstimmung im Baue zwischen dem Kopfe einer *Amphithoë* und dem Kopfabschnitte des Cephalothorax eines *Astacus* ist in der That nicht wenig auffallend. Es findet sich dieselbe Kopfbeuge, dieselbe relative Lage des Magens und der Insertion der Mandibularmuskeln. Der Hauptunterschied liegt in der Verkümmerung der Augenstiele.[1])

An jedem der sieben freien Thoracalsomiten sitzt ein Gliedmassenpaar. Charakteristisch für *Amphithoë*, wie für die *Amphipoden* überhaupt, ist es, dass ihre fünf vordern Thoracalgliedmassenpaare nach vorn gerichtet sind. Jedes Bein besteht aus einem verbreiterten Coxopodit, auf das die andern sechs Glieder der typischen Crustaceen-Extremität folgen.

Beim Männchen ist je eine blasenartige Lamelle, die Kieme, an der Innenseite des Coxopodits des Anhanges des neunten bis vierten Somits angebracht; beim Weibchen sitzt dagegen noch eine weitere, aussen convexe, innen concave Platte oberhalb und einwärts von den Kiemen des neunten bis zwölften Somits. Diese *Oostegiten*, wie man sie nennen kann, umschliessen einen Hohlraum, in dem die Ausbrütung der Eier stattfindet.

Das Abdomen besteht aus sechs Somiten und einem sehr kleinen Telson. Die Anhänge der drei vorderen Somiten endigen mit je zwei vielgliedrigen borstigen Fäden (Fig. 88, XV′), während in den drei hinteren die entsprechenden Theile griffelförmig sind und als Stützpunkt für das Abdomen dienen, wenn das Thier durch plötzliche Streckung des Körperabschnittes sich fortschnellt.

1) Bei *Squilla* trennt ein starker Endophragmalbogen die Suboesophagealganglien und -Commissuren von der Speiseröhre, allein er hat andere Verbindungen (Fig. 90). Ein ganz ähnlicher Endophragmalbogen findet sich im Insectenkopfe. Siehe unten die Beschreibung des Kopfes von *Blatta*.

Die *Edriophthalmen* werden gewöhnlich in drei Gruppen getheilt. Für die *Amphipoden* ist die comprimirte Gestalt und ihre gewöhnlich hüpfende Bewegungsweise charakteristisch, ferner der Besitz von Thoracalkiemen, die Richtung ihrer vier vorderen Schwimmgliedmassen (des zweiten bis fünften Thoracalgliedmassenpaares) nach vorne und der Gegensatz zwischen den drei vorderen und den drei hinteren Abdominalanhangpaaren. Das bekannteste Beispiel aus dieser Abtheilung ist der gemeine Bachflohkrebs, *Gammarus pulex*. Die zweite Gruppe ist die der *Laemadipoden*; sie zeichnet sich aus durch den rudimentären Zustand des Abdomens, das zu einer blossen Papille reducirt ist, sowie durch die Verwachsung des ersten und zweiten Thoracalsomits mit dem Kopfe, so dass die vorderen Gliedmassen unter dem Halse zu hängen scheinen. Die seltsam gestalteten Gattungen *Cyamus*, die Walfischlaus, und *Çaprella* gehören zu dieser Gruppe.

Die *Isopoden*, welche die dritte Gruppe der *Edriophthalmen* bilden, sind gewöhnlich deprimirt statt comprimirt und laufen und kriechen, statt zu hüpfen. Viele, wie die gemeine Assel (*Oniscus*), besitzen die Fähigkeit, sich, wenn sie beunruhigt werden, zu einer Kugel zusammenzurollen; einige, wie die eben genannte Gattung, leben auf dem Lande, andere, wie *Asellus*, im süssen Wasser, die grosse Mehrzahl jedoch im Meere. Unter diesen finden sich viele eigenthümlich umgestaltete Schmarotzerformen (*Cymothoa*, Fig. 89; *Bopyrus*). Die Zusammensetzung des Kopfes und des Mundes ist bei den *Isopoden* im Wesentlichen die gleiche wie bei den *Amphipoden*, wenn auch im Einzelnen beträchtlich abweichend. Die Kiemen der Thoracalgliedmassen fehlen; ihre Function übernehmen die Endopoditen von einigen der Abdominalgliedmassen, welche weich und gefässreich sind. Die drei vordersten Thoracalgliedmassenpaare sind gewöhnlich nach vorn gerichtet, die vier hinteren nach hinten. Bei einigen *Isopoden* sind die Abdominalsomiten theilweise oder gänzlich mit einander verwachsen.

Bei allen *Edriophthalmen* ist der Darmcanal gerade und unverzweigt; seine vordere, häufig stark bewaffnete Magenerweiterung liegt im Kopfe. Die Leber ist durch eine schwankende Anzahl gerader Blindsäcke vertreten.

Gelegentlich finden sich ein oder zwei Blindschläuche, welche in den hintern Theil des Darmes münden und den Malpighischen Gefässen analoge Harnorgane zu sein scheinen.

Die Athmungsorgane sind sehr verschieden gebildet. Bei den meisten *Edriophthalmen* sind es einfache Platten oder Säcke, deren Integument so zart ist, dass das in ihnen kreisende Blut frei der Luft ausgesetzt ist. Bei der Amphipoden-Gattung *Phrosina* dagegen bestehen die Kiemen aus an einem verbreiterten Stiele sitzenden rudimentären Lamellen, und besitzen eine grosse Aehnlichkeit mit den Epipoditenkiemen von *Astacus*. Bei einigen *Sphaeromiden* haben Duvernoy und Lereboullet die Kiemenendopoditen quer gefaltet gefunden, ähnlich wie bei den *Xiphosuren*.

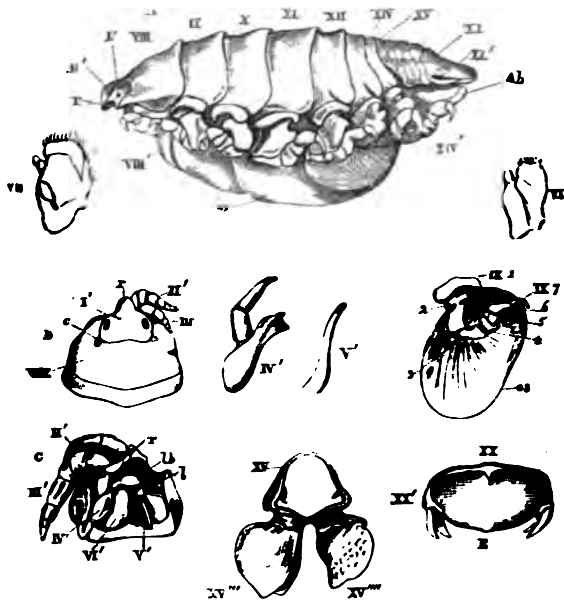


Fig. 89. — *Cymothoa*. — Die Buchstaben und Figuren haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 88, abgesehen von *Ab*, Abdominalanhänge in Fig. A.

Die Exopoditen der Abdominalgliedmassen der *Isopoden* bedecken häufig die umgebildeten Endopoditen und bilden Deckel, und bei vielen Gattungen ist das erste Abdominalgliedmassenpaar so umgebildet, dass es einen grossen Deckel für die vier folgenden Paare bildet. Bei den *Idoteiden* ist es andrerseits das sechste Abdominalgliedmassenpaar, das die merkwürdigen wie eine Thür die Kiemen bedeckende Platte bildet.

Bei gewissen Landisopoden (*Porcellio*, *Armadillium*) enthalten einige von den Deckplatten der Kiemen, gewöhnlich die beiden

vordersten Paare, merkwürdig verästelte Hohlräume, die nach aussen münden und Luft enthalten. Athmungsorgane mit einer noch interessanteren Annäherung an die der rein luftathmenden Articulaten besitzt die Gattung *Tylos*. MILNE-EDWARDS beschreibt sie folgendermassen:

»Das Abdomen besitzt unten eine tiefe Höhle, ganz ähnlich wie bei *Sphaeroma*, in der die fünf vorderen Anhangpaare liegen; diese Höhle ist jedoch nicht vollkommen offen unten, sondern in ihrer hintern Hälfte durch zwei Reihen von blattartigen Fortsätzen, welche von den Seiten der Unterflächen des dritten, vierten und fünften Abdominalsegments entspringen und horizontal nach innen ziehen. unvollständig geschlossen; das erste Paar dieser Platten ist klein. die des dritten Paares dagegen sind sehr breit und berühren sich fast in der Mittellinie. Die in dieser Höhle liegenden vier vordern Paare von Abdominalanhängen tragen jeder einen breiten, kurzen vierseitigen Anhang, dessen Oberfläche mit einer Querreihe von starken Längswülsten versehen ist, und jeder von diesen Wülsten besitzt unten eine linienförmige Oeffnung, die in eine Athemblase führt. deren Wände mit zahllosen kleinen baumförmig verästelten Blindschläuchen besetzt ist. Zieht man diese Blasen aus dem Beine heraus, so sehen sie ganz aus wie eine pinselartige Kieme, deren Längscanal durch ein längsgestelltes Stigma mit der Atmosphäre in Verbindung steht. Das fünfte Abdominalgliedmassenpaar ist rudimentär. während das sechste die thürartigen dreieckigen Klappen bildet, welche den After und die ganze untere Fläche des letzten Abdominalsegments bedecken.« [1])

Das Nervensystem besteht bei den *Amphipoden* aus Supraoesophageal- oder Gehirnganglien, welche durch Commissuren mit einer Infraoesophagealmasse im Zusammenhang stehen, und von dieser treten wiederum Commissuralstränge unter dem Endophragma hindurch zu den vordersten Thoracalganglien. Von diesen sind gewöhnlich sieben Paare vorhanden, und darauf folgen endlich fünf oder sechs Paare von Abdominalganglien. Bei einigen *Isopoden* (*Cymothoa*, *Idotea*) sind die Abdominalganglien gleichfalls gesondert; bei andern dagegen, wie bei *Aega bicarinata*, sind sie (nach RATHKE) zu einer einzigen im vordern Theile des Abdomens gelegenen Masse verschmolzen, an der sich nur noch Spuren einer Theilung in fünf

1) MILNE-EDWARDS, »Histoire naturelle des Crustacés«, vol. III. p. 187.

Stücke erkennen lassen. Bei den *Cymothoaden* und den Land-Isopoden scheinen die Abdominalganglien gänzlich mit den letzten Thoracalganglien verwachsen zu sein und mit ihnen eine Masse zu bilden, von der die Abdominalnerven ausstrahlen. Bei den kurzleibigen *Laemadipoden*, wie *Cyamus*, endlich sind nur acht Paare postoesophagealer Ganglien vorhanden, deren hintere Commissuren so verkürzt sind, dass das Nervensystem im drittletzten Somit endigt.

Brandt beschreibt bei den *Onisciden* Eingeweideganglien, ähnlich dem seitlichen Paar bei den Insecten. In dieser wie in vielen andern Beziehungen erinnern also die *Isopoden* an die *Insecten*.

Andere Sinnesorgane als Augen hat man bis jetzt bei den *Edriophthalmen* nicht nachweisen können. In feinen Borsten, mit denen die Antennen besetzt sind, hat man Geruchsorgane vermuthet. Die Augen sind sehr verschieden gebaut, von den einfachsten mehr oder minder dicht gehäuften Ocellen der *Laemadipoden* und vieler *Isopoden* und *Amphipoden* bis hinauf zu den zusammengesetzten Augen von derselben Complicirtheit wie bei den höchsten Articulaten, welche bei *Aega* und *Phrosina* vorkommen.

Die weiblichen Geschlechtsorgane der *Edriophthalmen* bestehen aus zwei einfachen Säcken, deren Ausführungsgänge gewöhnlich an der ventralen Fläche des drittletzten Thoracalsomits oder an der Basis der Gliedmassen dieses Somits münden. Beim Männchen bilden eine oder mehrere Blindschläuche an jeder Seite den Hoden; derselbe mündet in der Regel am letzten Thoracal- oder ersten Abdominalsomit in Verbindung mit einem oder zwei Paaren von Begattungsorganen, die sich aus den vordersten Abdominalsomiten entwickeln.

Die Eier der gewöhnlichen *Edriophthalmen* durchlaufen ihre Entwicklung meistens in der von den Oostegiten der Thoracalanhänge umschlossenen Kammer unter dem Thorax. In den meisten Fällen unterscheiden sich die Jungen so wenig von den Alten, dass von einer Metamorphose nicht die Rede sein kann. Häufig jedoch fehlt ihnen das letzte Abdominalsomit. Die Jungen der schmarotzenden *Edriophthalmen*, wie *Bopyrus*, *Phryxus*, *Cymothoa*, *Cyamus* und der *Hyperinen* unterscheiden sich hingegen sehr von den Alten; und nicht nur in ihrer Metamorphose, sondern auch in der verhältnissmässig geringen Grösse und der abweichenden Form der Männchen erinnern *Bopyrus* und *Phryxus* an die parasitischen *Copepoden*.

Bei gewissen *Amphipoden* (*Gammarus locusta* und *Desmophilus*) furcht sich der Dotter total, während bei nahe verwandten Formen (*Gammarus fluviatilis* und *pulex*) und noch vollkommner bei den bis jetzt untersuchten *Isopoden* der Theil des Dotters, welcher sich in Blastomeren theilt, sich unmittelbar nach der Befruchtung mehr oder minder vollständig von dem übrigen trennt und eine sogenannte partielle Furchung stattfindet.[1])

Bei allen *Edriophthalmen*, deren Entwicklung man untersucht hat, bildet sich, ehe irgendwelche andere Organe auftreten, eine Cuticularhülle, welche schliesslich zersprengt und abgeworfen wird. Sie scheint die *Nauplius*-Cuticula von *Mysis* darzustellen. In naher Beziehung zu ihr stehen eigenthümliche tergale Gebilde, wie die gespaltenen Lamellen von *Asellus* und der unpassend so benannte »Micropyl-Apparat« (»kugelförmiges Organ«) anderer *Édriophthalmen*.

Die *Edriophthalmen* sind in fossilem Zustande nicht häufig; allein sie lassen sich bis in die jüngern paläozoischen Schichten verfolgen (*Prosoponiscus*, *Amphipeltis*).

Die Stomatopoden. — Von den drei Abtheilungen der *Stomatopoden* Milne-Edwards' haben zwei, die *Caridoides* und die *Bicuirassés* seither ihre Stelle unter den schizopoden *Podophthalmen* oder unter den Larven gewisser *Macruren* gefunden; die dritte jedoch, die der *Stomatopodes unicuirassés*, welche *Squilla*, *Gonodactylus* und *Coronis* umfasst, scheinen mir so sehr und in so wichtigen Verhältnissen ihres Baues nicht nur von den eigentlichen *Podophthalmen*, sondern von allen andern Crustaceen abzuweichen, dass sie in eine besondere Gruppe gestellt werden müssen, für welche der Name *Stomatopoden* beibehalten werden mag.

Die genannten Gattungen stehen nämlich allein unter allen Crustaceen[2]) in der Thatsache, dass das Augen- und das Antennularsomit geschlossene, aneinander und am Antennarsomit bewegliche Ringe sind, und dass ihre Längsachse derjenigen des Körpers parallel ist, so dass also keine Sternalbeuge vorhanden ist. In den langgestreckten Darmcanal münden zahlreiche Leberschläuche. Das

1) E. van Beneden, »Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf.« 1870.

2) Nur die oben erwähnte Freiheit des vordersten Kopfsegments bei den *Pontelliden* könnte einen parallelen Fall bilden, wenn die *Copepoden* in Betracht kämen.

Herz ferner ist nicht kurz und breit, mit höchstens drei Paaren von Oeffnungen, auf die Thoraxgegend beschränkt, wie bei den eigentlichen *Podophthalmen*, sondern stark verlängert, vielkammrig und reicht ins Abdomen hinab. Die Kiemen sind an den Abdominalgliedmassen angebrachte Büschel (Fig. 90, A, *br*), und der Panzer hängt, soweit ich es habe ermitteln können, ausschliesslich mit den Kopfsomiten zusammen. Man sieht dies besonders gut bei der *Squilla scabricauda* (Fig. 90), wo man fünf vollkommen entwickelte

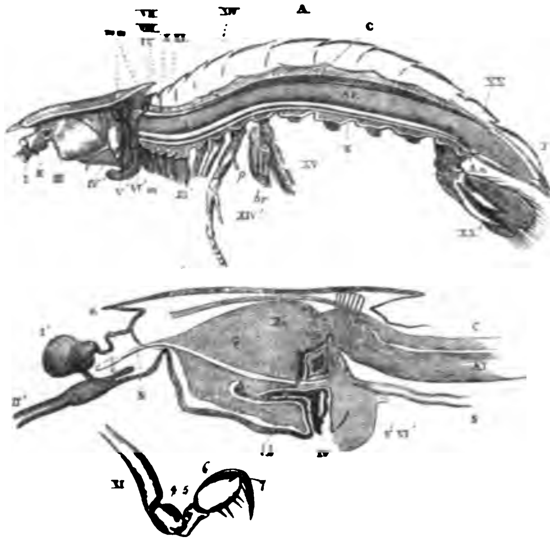


Fig. 90. — *Squilla scabricauda.* — A. der ganze Körper, mit dem Thorax und Abdomen im verticalen Längsschnitt. B. der Kopf im Längsschnitt. I — XX. Somiten; I' — XX'. ihre Anhänge; von den meisten sind nur die Basalglieder dargestellt; AL. Darmcanal; G. Magen; An. After; C. Herz; *br*. Kiemen; N. Ganglien und deren Commissuren; R. Rostrum des Panzers; *p*. Penis; *Pn*. Endophragmalbogen. Der fünfte Thoracalanhang, XI'. ist besonders abgebildet.

hintere Thoracalterga zählen kann, die von dem kurzen Panzer nicht bedeckt sind, während die Terga der drei vordern Thoracalsomiten unter demselben durch eine Membran vertreten sind, welche nach vorn zieht und in den Panzer umbiegt.

Die freien Somiten des Thorax sind bei dieser Art wie bei den *Stomatopoden* überhaupt im Verhältniss zum Panzer so gross, dass Letzterer verglichen mit dem Körper nicht grösser ist, als das den Kopf bedeckende Tergalstück bei vielen *Edriophthalmen*, zu denen die *Stomatopoden* viele Beziehungen besitzen. Wenn wir von den Augen absehen, so ist die Organisation der *Stomatopoden* in der

That viel mehr *Edriophthalmen*artig (besonders *Amphipoden*artig) als *Podophthalmen*artig. Die fünf vordersten Thoracalgliedmassenpaare sind nach vorn gerichtet und mit unvollkommnen Scheeren ausgerüstet. Das erste Paar ist klein und dünn. Das zweite Paar ist das grösste von allen und hat den Charakter mächtiger Raubbeine, deren gekrümmtes und stachliges Endglied in eine Furche des vorletzten Gliedes wie die Klinge eines Messers in das Heft hineingreift. Die drei hintersten Thoracalgliedmassen sind dagegen nach aussen gerichtet und endigen mit einem Exopodit und Endopodit.

Squilla legt ihre Eier in Gruben am Meeresboden ab, an dem das Thier lebt. Der früheste Zustand der freien Larve ist noch nicht ganz bekannt; aber die jungen Larven haben ein unpaares Auge und die hinteren Thoracal- sowie die Abdominalanhänge sind noch nicht entwickelt.[1]) Die Larven durchlaufen Formen, welche als *Alima*, *Erichthys* und *Squillerichthys* früher für selbständige Gattungen gehalten wurden. Nach CLAUS' Untersuchungen ist es jedoch wahrscheinlich, dass die beiden letzteren Gattungen einfach Larvenstadien von *Gonodactylus* sind und *Alima* ein Larvenstadium von *Squilla*.

---

1) FR. MÜLLER, »Für Darwin.« Siehe ferner CLAUS, »Die Metamorphose der Squilliden.« — Abh. der Göttinger Gesellsch. der Wissensch. 1872.

Capitel VII.

Die luftathmenden Arthropoden.

Unter den luftathmenden Arthropoden sind bis jetzt keine Formen bekannt, denen die Gliedmassen vollständig fehlten, wenn auch die Körperanhänge bei der wurmförmigen schmarotzenden *Linguatula* zu zwei Paaren kleiner Haken reducirt sind.

Die *Arachniden* haben fussförmige Gnathiten und die wenigst modificirten Formen dieser Gruppe, die *Arthrogastra* oder Skorpione und Pseudoskorpione, besitzen in manchen Beziehungen ausserordentlich grosse Aehnlichkeit mit den *Merostomen* unter den Crustaceen.

Die Arthrogastren. — Der Körper eines Skorpions (Fig. 91) besitzt eine breite schildförmige Tergalplatte, welche derjenigen des *Eurypterus* in der Form gleicht. An beiden Seiten von der Mittellinie des Schildes sind zwei grosse Augen angebracht, während kleinere Augen, deren Zahl je nach der Art schwankt, längs der vordern seitlichen Ränder angeordnet sind. Auf das vordere Schild folgen sechs breite Platten, welche die Tergalstücke eben so vieler Somiten darstellen; sie sind nur durch weiche Häute mit ihren Sternalstücken verbunden. Die siebente ist hinten mit ihrem Sternum verwachsen, während die folgenden Terga und Sterna geschlossene Ringe bilden, welche die Glieder des sogenannten »Schwanzes« des Skorpions darstellen. Der After liegt hinter dem letzten Sternum. Ueber denselben ragt ein bewegliches Endglied hervor, welches dem Telson eines Krebses entspricht; es ist an seiner Wurzel angeschwollen, verengt sich dann rasch zu einem gekrümmten und spitzigen freien Ende

und bildet die charakteristische Angriffswaffe des Skorpions — den Stachel. Dieser Stachel enthält nämlich zwei Drüsen, welche eine giftige Flüssigkeit absondern, und deren Ausführungsgänge zu der auf der scharfen Spitze des Organs befindlichen kleinen Oeffnung führen. An der Sternalseite des Körpers befinden sich vier breite lange Sternalplatten (XI—XIV), welche dem dritten, vierten,

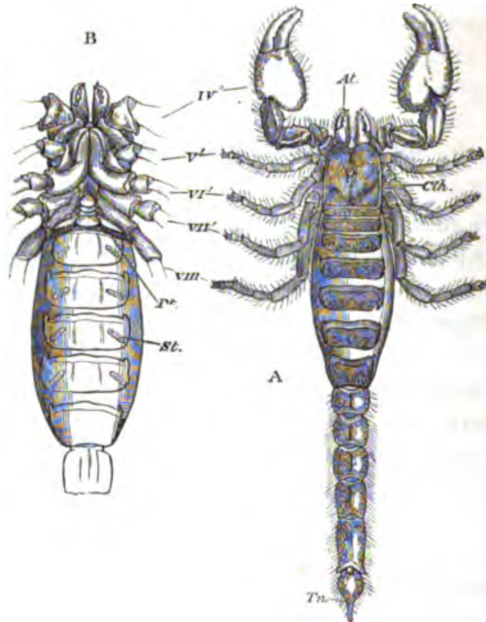


Fig. 91. — *Scorpio afer*. – A. Tergale, B. sternale Ansicht des Körpers. *At.* Cheliceren; IV', Pedipalpen; V'. VI'. vorderes Paar der Kopfanhänge; VII'. VIII', vordere Thoracalgliedmassen; *Pt.* Kämme; *St.* Stigma; *Cth.* Cephalothorax. (Nach MILNE EDWARDS und DUGÈS[1]).

fünften und sechsten Tergum entsprechen. Jede von ihnen trägt ein Paar querer Spalten, die Mündungen der Athmungsorgane (Fig. 92, *e*). Die Sterna des ersten und zweiten freien Somits sind sehr klein; das des ersten trägt die Klappen, welche die Geschlechtsöffnung bedecken, das des zweiten ein Paar sehr eigenthümlicher, etwa kammförmiger Anhänge, die sogenannten »Kämme« oder »*pectines*«. Die in diese Kämme eintretenden Nerven verbreiten sich zu den zahlreichen Papillen, welche die Organe bedecken und wol als Tastpapillen an-

1) »Règne Animal«, illustrirte Ausgabe.

zusehen sind. Es sind also hinter dem die Augen tragenden Schilde zwölf Somiten vorhanden; keines davon ist mit Anhängen versehen, wenn nicht etwa die Kämme solche sind.

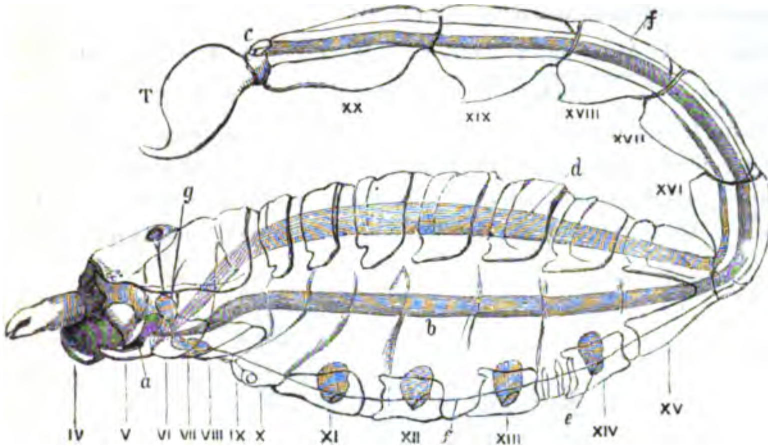


Fig. 92. — Diagramm vom Körper eines Skorpions nach Entfernung der Mehrzahl der Anhänge. *a.* Mund; *b.* Darmcanal; *c.* After; *d.* Herz; *e.* ein Lungensack; *f.* Lage des Bauchganglienstranges; *g.* Gehirnganglien; T. Telson. VII—XX. siebentes bis zwanzigstes Somit. IV. V. VI. Basalglieder der Pedipalpen und der beiden folgenden Gliedmassenpaare.

Das vordere abgestutzte Ende des Körpers unter dem Schilde wird von einer sehr grossen, mit Borsten bedeckten Oberlippe gebildet, hinter und unter der sich in der Mittellinie die ausserordentlich kleine Mundöffnung befindet (Fig. 93, *M*). Zu beiden Seiten davon ist ein dreigliedriger, mit einer Scheere endigender Anhang, die *Chelicera* oder der »Kieferfühler«, befestigt. Darauf folgen die *Pedipalpen*, grosse scheerentragende Gliedmassen, deren starke Basalglieder zu beiden Seiten des Mundes liegen. Die folgenden vier Anhangpaare sind siebengliedrige Gangbeine, von denen jedes mit drei Krallen endet. Die Basalglieder der ersten zwei (V′, VI′) liegen hinter dem Munde, dessen hintere und untere Grenze sie bilden, und sind nach vorne gerichtet. Die Basalglieder der letzten zwei (VII′, VIII′) dagegen sind nach innen gerichtet, fest mit einander verwachsen und vollständig vom Munde ausgeschlossen.

Der Mund liegt also zwischen der Oberlippe vorne, den Basalgliedern der Pedipalpen und der ersten zwei Gangbeine seitlich und hinten; ganz wie bei *Limulus* liegt der Mund zwischen der Oberlippe und den Basalgliedern der dritten, vierten und fünften Extremität,

welche den Mandibeln und den ersten und zweiten Maxillen der höheren Crustaceen entsprechen. Ist diese Vergleichung richtig, so fehlt beim Skorpion ein Paar von praeoralen Anhängen, welches bei *Limulus* vorhanden ist; der Unterschied zwischen beiden liesse sich also folgendermassen darstellen:

Limulus.	1. Antenne.	2. Antenne.	Mandibel.	1. Maxille.	2. Maxille.
Scorpio.	Chelicera.		Pedipalpus.	1. Bein.	2. Bein.

Wenn ferner der die Augen tragende Theil des Kopfes als ein Somit betrachtet werden darf, so besteht der Körper des Skorpions wie der eines malakostraken Krebses aus zwanzig Somiten und einem Telson [1]) Allein da man von den fehlenden Antennen auch beim Embryo

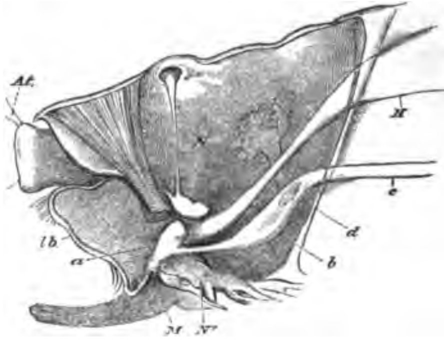


Fig. 98. — *Scorpio.* Senkrechter Längsschnitt durch den Cephalothorax: *At.* Chelicera; *lb.* Oberlippe; *M.* Mund; *a.* Schlundsack; *N. N'.* obere und untere Schlundganglien; *b.* Oesophagus; *d.* Mündung der Speicheldrüsen; *e.* Darm; *H.* Herz.

keine Spur gefunden hat, so besteht auch noch die Möglichkeit, dass beim Skorpion der Mund um ein Segment weiter nach vorne liegt, als bei den Crustaceen. Sehr interessant ist die Thatsache, dass METSCHNIKOFF [2]) beim Skorpion-Embryo an denjenigen Somiten,

1) Wir können die sechs hinteren Somiten (XV—XX) als die Homologa der bei den Crustaceen das Abdomen bildenden betrachten, während die acht mittleren Somiten (VII—XIV) denen entsprechen würden, die in den Thorax jener aufgehen; der Kopf würde dann einem Edriophthalmenkopf entsprechen, an dem ein Antennenpaar vollständig unterdrückt wäre. Nach dieser Ansicht wäre das die Augen tragende Schild ein einen nur die zwei vordern Thoracalsomiten mit umfassenden Cephalothorax bedeckender Panzer.

2) METSCHNIKOFF, »Embryologie des Scorpions«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXI. S. 204.

welche die Stigmen tragen, Rudimente von Gliedmassen gefunden hat, ein Umstand, der die Vermuthung nahe legt, dass der Skorpion durch Rückbildung aus einer Form mit vielen Beinen entstanden ist.

Die enge Mundöffnung führt in einen kleinen birnförmigen seitlich zusammengedrückten Sack (Fig. 93, *a*) mit elastischen Chitinwandungen. Von diesen ziehen Muskeln zu Apodemen der Sternalwand des Kopfes und wirken offenbar als Erweiterer der Mundhöhle. Da die Skorpione die Säfte ihrer Beute aussaugen, so wirkt wahrscheinlich der elastische Sack als eine Art Mundpumpe: es dringt die Nahrungsflüssigkeit hinein, wenn die Wände der Pumpe auseinanderweichen und wird in die Speiseröhre hinein getrieben, wenn jene vermöge ihrer Elasticität ihre frühere Lage wieder annehmen.[1])

Der Oesophagus (Fig. 93, *b*) ist ein überaus enges Rohr, das von der Hinterseite des eben erwähnten Sackes tergalwärts entspringt, durch den Nervenring hindurch tritt und sich dann schräg nach oben und hinten wendet, wo es eine Erweiterung besitzt, welche durch einen weiten Gang zu beiden Seiten das Secret zweier mächtigen Speicheldrüsen aufnimmt. Darauf verengt sich der Darmcanal wieder, wird zu einem zarten cylindrischen Rohre, welches sich nach hinten zu erweitert, und läuft gerade durch den Körper hindurch bis zum After. In den vordern Theil dieses Abschnittes des Darmcanals münden die zahlreichen Lebergänge; er nimmt ferner zwei zarte malpighische Gefässe auf.

Die Leber ist eine mächtige schlauchförmige Drüse, welche in dem aufgetriebenen Theile des Körpers den ganzen Zwischenraum zwischen den übrigen Organen erfüllt und sich selbst eine Strecke weit in die engen hinteren Somiten hinein erstreckt.

Das achtkammrige Herz (Fig. 93, *H*) ist umfangreicher und fällt mehr in die Augen als der Darmcanal; es liegt über diesem in einem Herzbeutel (Pericardial-Sinus) in der Mittellinie der Tergalseite zwischen dem die Augen tragenden Schilde und dem Schwanze; jede Kammer ist hinten weiter und vorn enger und hat an den hinteren Ecken zwei seitliche Klappenöffnungen, durch welche das Blut aus dem Pericardialsinus eintritt. Es giebt kleine seitliche Arterien ab und geht vorn und hinten in einen weiten Aortenstamm aus; der vordere ist stärker als der Oesophagus. Beide Aorten geben

---

1) Huxley, »On the mouth of the Scorpion«. — Quarterly Journal of microscop. science, 1860.

Zweige ab, welche sich durch den Körper hin weit verbreiten. Ein grosser Stamm liegt an der tergalen Seite der Ganglienkette und verbindet sich an beiden Seiten des Körpers durch einen seitlichen Aortenbogen mit der vordern dorsalen Aorta. Die Venen sind unregelmässige Gänge, deren Blut sich in zwei zuführenden Lungen-Sinussen sammelt, für jede Reihe von Athmungsorganen einen.

Diese Athmungsorgane bestehen in vier Paaren platter Säcke, welche an den Sternalplatten der vier hinteren freien Thoracalsomiten vor dem Schwanz durch die Stigmen nach aussen münden. Jeder von ihnen liegt mit einer flachen Seite sternalwärts, mit der anderen tergalwärts vor dem dazu gehörigen Stigma; ihre Wände sind so gefaltet, dass dadurch der Hohlraum in eine Menge von kleineren Fächern getheilt ist, deren jedes sich in die gemeinsame Kammer öffnet, welche durch das Stigma mit der Aussenwelt in Verbindung steht (Fig. 94). Das Organ sieht fast aus wie ein Portemonnaie mit

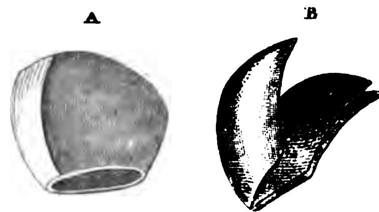


Fig. 94. — *Scorpio occitanus.* — A. Lungensack; B. einzelne Lamellen desselben. (Nach BLANCARD.)

vielen Taschen. Das Blut circulirt in den Falten und wird, nachdem es so dem Einfluss der Luft ausgesetzt worden, durch die abführenden Lungensinusse wieder in den Pericardialsinus geführt. Die Expiration besorgen Muskeln, welche senkrecht von den Sternal- zu den Tergalplatten der freien Somiten ziehen.

Das zweilappige Gehirnganglion liefert Nerven für die Augen und die Cheliceren und steht durch dicke Commissuren mit dem Postoesophagealganglion in Verbindung, einer grossen ovalen Masse, welche Aeste zu den Maxillen und den folgenden Somiten abgiebt. Ein langer, aus zwei nahe an einander liegenden Commissuren gebildeter Strang zieht von hier zu den drei im zwölften bis vierzehnten Somit gelegenen Ganglien. Ferner finden sich vier Ganglien in Abdomen, und vom letzten derselben laufen zwei gesonderte Stränge bis an das Ende desselben. Ein Oesophagealganglion, das Wurzeln

aus dem Gehirnganglion erhält und Aeste an den Darmcanal abgiebt, stellt das Visceral-Nervensystem dar.[1])

Zwei durch quere Anastomosen mit einer medianen Röhre verbundene seitliche Ovarialschläuche enden in zwei Oviducten, welche mit einer spindelförmigen Scheide am ersten freien Sternum (IX) münden. Die schlauchförmigen Hoden gehen in ein Paar Vasa deferentia über, an denen sich kurz vor ihrer Vereinigung an der gemeinsamen Mündung zwei lange und zwei kurze Blindsäcke befinden; die ersteren dienen als Samenblasen. Sowohl die männlichen wie die weiblichen Organe liegen, in die Lebermasse eingebettet, im hinteren Abschnitte des Thorax und ihre Ausführungsgänge ziehen nach vorne. Es findet partielle Dotterklüftung statt; die Eier entwickeln sich innerhalb der Ovarialcanäle sehr ähnlich wie diejenigen von *Astacus*. Es findet also keine Metamorphose statt, und die Jungen unterscheiden sich von den erwachsenen Thieren nur wenig, ausser in der Grösse.

Die Pseudoskorpione (*Chelifer*, *Obisium*) gleichen den Skorpionen in der Gestalt und Natur ihrer Anhänge, haben jedoch weder ein stachelförmiges Telson noch eine Giftdrüse. Sie besitzen Spinndrüsen, welche neben der Geschlechtsöffnung münden, und ihre beiden Stigmenpaare sind nicht mit Lungensäcken, sondern mit Tracheenröhren verbunden. Nach Metschnikoff machen die Eier eine totale Furchung durch, und die Jungen verlassen die Eier auf einem Stadium, das nur mit dem später zu den Pedipalpen werdenden Anhangpaar ausgestattet ist.

In der Zahl der Anhänge und der Segmentirung des Körpers stimmt *Galeodes* (oder *Solpuga*) mit den Skorpionen und Pseudoskorpionen überein. Dagegen bleiben die drei Somiten, welche die drei hintern Paare von Gangbeinen (VI, VII, VIII beim Skorpion) tragen, gesondert, und ein Cephalothorax im eigentlichen Sinne ist nicht vorhanden. Die Pedipalpen gleichen in ihrer Gestalt und Function dem ersten Paar von Gangbeinen, während die Cheliceren unvollkommne Scheeren tragen. Die Athmungsorgane sind Tracheen.

Die *Phalangiden* (*Phalangium*, *Gonyleptus*) haben Cheliceren mit Scheeren, die Pedipalpen aber sind fadenförmig oder beinartig, und das gegliederte Abdomen ist verhältnissmässig kurz und breit. Sie

---

1 Newport, »On the structure etc. of the nervous and circulatory systems in Myriapoda and macrurous Arachnida«. — Philosophical Transactions, 1843.

besitzen keine Spinnorgane, und ihre Athmungsorgane sind Tracheen.

Während die letztgenannten Formen von den *Arthrogastren* zu den *Acarinen* führen, stehen die *Phryniden* oder Skorpionspinnen (*Thelyphonus*, *Phrynus*) in mancher Hinsicht zwischen den *Arthrogastren* und den *Araneinen*.

Die Araneinen. — Die *Araneinen* oder Spinnen verhalten sich zu den Skorpionen etwa so, wie unter den Krebsen die Brachyuren zu den Macruren. Derjenige Theil des Körpers, welcher hinter dem Cephalothorax liegt und den freien Somiten des Skorpions entspricht, ist angeschwollen und zeigt keine deutliche Gliederung in Somiten. Die Kieferfühler sind mit unvollkommnen Scheeren ausgestattet, d. h. ihr Endglied ist gegen das nächste eingeschlagen wie die Klinge eines Taschenmessers in das Heft. An der Spitze des Endgliedes mündet eine im Cephalothorax gelegene Giftdrüse. Die Pedipalpen sind fadenförmig; beim Männchen sind ihre Enden zu eigenthümlichen federnden Kapseln umgewandelt, welche aus den Geschlechtsöffnungen die Spermatophoren aufnehmen und auf das Weibchen übertragen (Fig. 95, B).

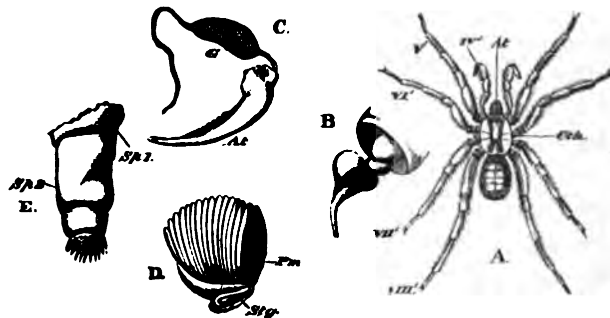


Fig. 95. — *Mygale caementuria.* — A. Ein Weibchen in natürlicher Grösse: *At.* Cheliceren; IV'. Pedipalpen; V', VI'. Kieferfüsse; VII', VIII'. Thoracalfüsse; *Cth.* Cephalothorax. B. letztes Glied des Pedipalpus vom Männchen, stark vergrössert. C. Endglied der Chelicere *At.* mit der Giftdrüse. D. linker Lungensack, von der dorsalen Seite gesehen; *Stg.* Stigma; *Pm.* Lungenlamellen. E. die beiden Spinnwarzen der linken Seite, die kleinere *Sp* 1 an der Basis der grössern *Sp* 2. (Nach Dugès, »Règne Animal.«)

Die Lungensäcke, zwei oder vier an Zahl, sind ähnliche Organe wie beim Skorpion; sie liegen im hintern Abschnitt des Abdomens. Auch ein Tracheen-System ist vorhanden: entweder hinter den Lungensäcken oder am Ende des Abdomens liegt ein Paar sternaler

Stigmen, welche in zwei mehr oder minder stark verzweigte Canäle führen.

Es ist ein complicirter Schlundapparat vorhanden, der wahrscheinlich dieselbe Function hat wie beim Skorpion.[1] Der Magen besitzt blindsackartige Verlängerungen, welche sich weit in die Beine hinein erstrecken können. Gewöhnlich besteht ein erweitertes kurzes Rectum, in das die verzweigten Malpighischen Gefässe münden.

Das stärker als bei den Arthrogastren concentrirte Nervensystem ist auf ein Oberschlundganglion und eine einzige postoesophageale Masse mit vier Zacken an jeder Seite beschränkt. Am vordern Theil des Panzers sind sechs oder acht einfache Augen vorhanden. Gehörorgane hat man weder bei diesen noch bei irgend welchen andern Arachniden gefunden.

Eine der charakteristischsten Eigenthümlichkeiten der *Araneinen* ist das »Arachnidium«, der Spinn-Apparat, in welchem die feinen seidenartigen Fäden, welche das Gewebe bilden, erzeugt werden. H. MECKEL[2], der diesen Apparat von *Epeira diadema* sehr

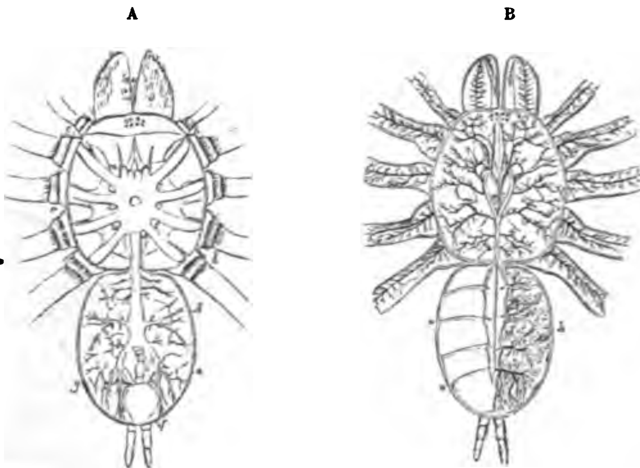


Fig. 98. — *Mygale Blondii* (nach BLANCHARD). — A. Der Magen mit seinen Blindsäcken und der übrige Darmcanal mit der Leber und den Malpighischen Gefässen. B. Das Herz und die arteriellen Gefässe.

1) LYONETS »Anatomie de différentes espèces d'Insectes« (Mém. du Museum d'histoire naturelle, 1829) enthält eine eingehende Schilderung dieses Apparates sowie des Baues der Pedipalpen der männlichen Spinnen.

2) H. MECKEL, »Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere«. — MÜLLERS Archiv 1846. Siehe ferner BUCHHOLZ und LANDOIS, ebenda 1868.

genau beschrieben hat, giebt an, das erwachsene Thier besässe über tausend Drüsen mit gesonderten Ausführungsgängen; dieselben sondern eine zähflüssige Substanz ab, welche an der Luft zu Seide erhärtet. Von diesen Drüsen lassen sich fünf verschiedene Arten unterscheiden, beerenförmige, bauchige, baumförmige, cylindrische und knollige. Die Ausführungsgänge treten schliesslich in die sechs vorspringenden Spinnwarzen ein, welche am Hinterende des Abdomens stehen. Die oberen und unteren Warzen sind dreigliedrig, die mittleren zweigliedrig. Ihre Enden sind abgestutzt und bilden eine mit den winzigen Spinnpapillen, aus welchen das Secret der Drüsen sich ergiesst, besetzte Fläche.

Die Männchen sind kleiner als die Weibchen und nähern sich den Letzteren nur äusserst vorsichtig, da sie Gefahr laufen, von ihnen gefressen zu werden; mit ausgestreckten Pedipalpen bringen sie die Spermatophoren an die weibliche Geschlechtsöffnung und ergreifen dann die Flucht.

Die *Araneinen* sind ovipar; die Entwicklung des Embryos verläuft wie bei den *Arthrogastren*, und es findet keine Metamorphose statt.[1])

Die Acarinen. — Bei den *Acarinen* oder den Milben und Zecken sind die hinteren Somiten, wie bei den Spinnen, deutlich von einander gesondert, aber durch keine Einschnürung von den vorderen Somiten getrennt.

Die Basen der Chelioeren und der Pedipalpen verwachsen mit der Oberlippe und bilden einen Saugrüssel (Fig. 97).

Gewöhnlich sind mehrere Darmblindsäcke vorhanden, aber keine gesonderte Leber. Bei einigen kommen Speicheldrüsen und gelegentlich auch Malpighische Gefässe vor. Ein Herz hat man bisher nicht gefunden. Besondere Athmungsorgane fehlen bisweilen, z. B. bei *Sarcoptes*; wenn sie vorhanden sind, sind es Tracheen. die pinselartig aus einem gemeinsamen, durch ein Stigma ausmündenden Stamm entspringen. Stigmen sind gewöhnlich zwei vorhanden, bald vorn, bald hinten gelegen.

Die Ganglien des Nervensystems sind wie bei den Spinnen eng um den Schlund zusammen gepackt. Die Geschlechtsöffnung liegt weit nach vorne, bisweilen nahe am Rüssel. Die Mehrzahl ist ovipar,

---

1) CLAPAREDE, »Recherches sur l'évolution des Araignées«, 1862. Ferner BALBIANI, Ann. des sciences nat. 1873.

die *Oribatiden* aber vivipar. Die Entwickelung des Embryos verläuft ebenso wie bei den Spinnen. Die Jungen sind bei der Geburt oft mit nur drei Paaren von Gangbeinen versehen; das vierte erscheint erst nach der Häutung.

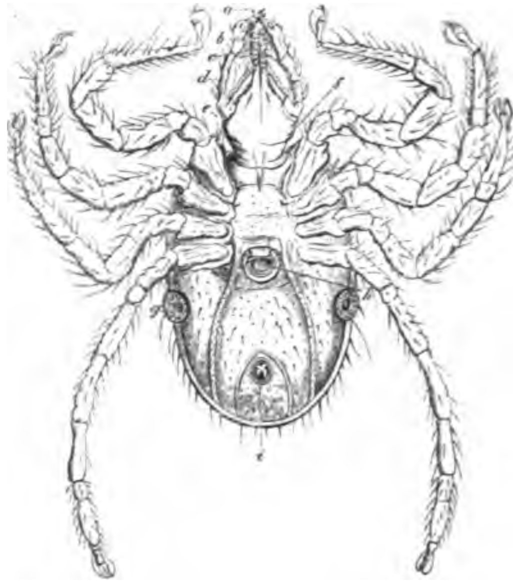


Fig. 97. — *Ixodes ricinus*, Weibchen (nach PAGENSTECHER[1]). *a.* Mandibularhäkchen; *b, d, e.* viertes, drittes und zweites Glied des Palpus; *c.* Häkchen der Sternalfläche des Rüssels; *f.* Basis des Rüssels; *g.* Stigma; *h.* Geschlechtsöffnung; *i.* Analklappen.

Bei einigen *Acarinen* findet eine eigenthümliche Art von Metamorphose statt. So fand CLAPAREDE[2]) bei *Atax Bonzi*, dass, ehe auf dem Blastoderm die Gliedmassen auftreten, eine Chitincuticula sich abhebt und eine Hülle bildet, welche er den »Sack des Deutovums« nennt. Die eigentliche Dotterhaut spaltet in zwei Hälften, ähnlich wie bei *Limulus*, und das Deutovum wird frei. Inzwischen hat sich das Vorderende des Blastoderms in zwei Scheidellappen umgebildet, während fünf Paar Höcker, welche den Anlagen der Cheliceren, Pedipalpen, der zwei hintern Gnathiten und eines Thoracalbeinpaares der Spinnen entsprechen, unter dem Sack des Deuto-

1) PAGENSTECHER, »Anatomie der Milben«, 1860.

2) CLAPAREDE, »Studien an Acariden«. — Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, Bd. XVIII. p. 445.

vums auftreten. Die Anlagen der Cheliceren und Pedipalpen legen sich eng an einander und verwachsen zu einem Rüssel. Damit ist die erste Larvenform fertig. Sie zersprengt den Sack, schlüpft aus und bohrt sich als Schmarotzer in die Kiemen der *Unio* ein. Jetzt dehnt sich die Cuticularhülle der ersten Larve durch Aufnahme von Wasser aus und bildet eine kuglige Kapsel, während sich die Beine aus ihren Scheiden hervorziehen. Innerhalb dieses durch diese eigenthümliche Haut gebildeten Sackes bildet sich das zweite Larvenstadium aus. Die beiden Fühler entwickeln sich aus dem vom Pedipalpus gebildeten Theil des Rüssels, zwei Hornhaken, aus dem von der Chelicere gebildeten Theile, und dazu kommt das hintere Paar von Thoracalgliedmassen. Diese zweite Larve geht allmählich in den erwachsenen *Atax* über.

Bei der Mäusemilbe (*Myobia coarctata*) folgt nach CLAPAREDE auf das Deutovum noch ein Tritovum; die Chitinhülle, welche den Embryo innerhalb der Deutovums umgiebt, stellt offenbar die Cuticula der ersten Larve von *Atax* dar. In diesem Falle würde sie eine Parallele zur *Nauplius*-Cuticula von *Mysis* bilden.

Die *Arthrogastren*, die *Araneinen* und die *Acarinen* (mit einigen etwas zweifelhaften Ausnahmen unter den Letzteren) besitzen die gleiche Anzahl von Anhängen und unterscheiden sich unter einander nicht so sehr wie die verschiedenen Formen von *Copepoden* unter den Crustaceen. Die noch übrig bleibenden Gruppen dagegen, welche man gewöhnlich auch zu den *Arachniden* zählt, nämlich die *Pycnogoniden*, die *Arctisken* und die *Pentastomiden* entfernen sich weit von den *Arthrogastren* und den *Araneinen*, wenn auch Einige geringe Annäherungen an die *Acarinen* erkennen lassen.

Die *Pycnogoniden* sind Meeresthiere mit kurzem Körper, welcher vorn ähnlich wie bei den Milben in einen Rüssel ausgeht, aber an Stelle der hintern Thoracal- und Abdominalsomiten einen blossen Höcker besitzt. Das erwachsene Thier hat vier Paar ungeheuer verlängerte vielgliedrige Gangbeine, vor denen sich drei Paar kurze Anhänge befinden; das vordere von diesen kann unvollkommne Scheeren tragen, während die hinteren mehr oder minder rudimentär sind (Fig. 98).

Der Darmcanal entsendet sehr lange Blindsäcke in die Beine. Ein kurzes mehrkammeriges Herz ist vorhanden, aber keine besonderen Athmungsorgane. Eine Gehirnganglienmasse steht mit einer

aus vier oder fünf Ganglien bestehenden Bauchkette in Verbindung. Auf einem dorsalen, über dem Gehirn gelegenen Höcker sitzen vier Augen. Die Geschlechter sind getrennt; Hoden und Eierstöcke liegen in den Beinen und münden an den Basalgliedern derselben.

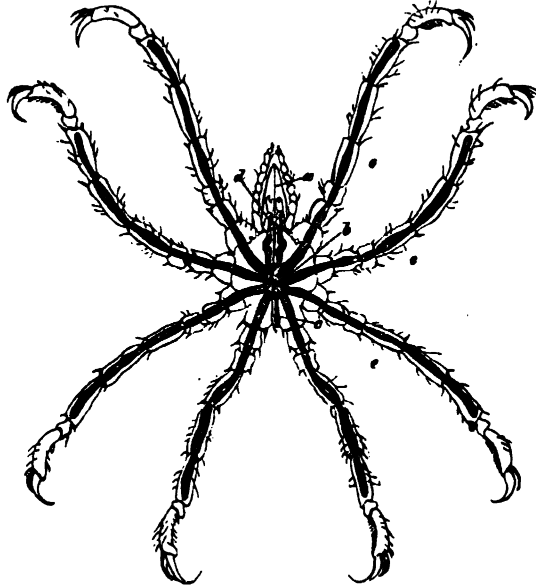


Fig. 98. — *Ammothea pycnogonoides*, Weibchen (nach Quatrefages). — *a*. Oesophagus; *d*. Antennen; *b*. Magen mit seinen Verlängerungen in die Beine *e*. und Antennen; *c*. Rectum.

Der Embryo schlüpft als Larve mit einem Rüssel und drei Paaren von Anhängen, welche die drei kurzen vorderen Paare dės erwachsenen Thieres darstellen, aus dem Ei aus.[1] Die vier grossen Gliedmassenpaare des erwachsenen Thieres entstehen als Auswüchse aus einer sich später bildenden Verlängerung des Körpers. Der Vergleich des Embryos der *Pycnogoniden* mit demjenigen der *Acarinen*, besonders in dem Stadium mit drei Anhangpaaren, wie er das Ei verlässt, lässt, wie mir scheint, wenig Zweifel, dass der Rüssel der *Pycnogonum*larve sich wie bei den Milben durch Verwachsung der den Cheliceren und Pedipalpen entsprechenden Theile bildet. Ist dies der Fall, so übertreffen die Pycnogoniden mit ihren sieben übrigen Beinpaaren alle andern Arachnidenformen um drei. Andrerseits unter-

1) A. Dohrn, »Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Arthropoden,« erstes Heft, 1870.

scheidet sich die sechsfüssige Larve der *Pycnogoniden* vom sechsfüssigen *Nauplius* der *Crustaceen* dadurch, dass ein, wenn nicht gar zwei Paar Anhänge des *Nauplius* immer Antennen und Mandibeln darstellen, und diese hat man nach der Hypothese im Rüssel der *Pycnogoniden* zu suchen.

Die bereits erwähnte Thatsache, dass beim Skorpion-Embryo sechs Paar rutimentärer Anhänge an eben so vielen vordern freien Somiten vorhanden sind, von denen sich beim erwachsenen Thiere nur ein Paar (als Kämme) erhält, führt mich auf die Vermuthung, dass die *Pycnogoniden* eine stark veränderte Stammform der Arachniden darstellen, von der sich die *Arthrogastren*, *Araneinen* und *Acarinen* abgezweigt haben.

Die Tardigraden. — Die *Tardigraden* oder *Arctisken* sind mikroskopische Thiere, welche sich zusammen mit Räderthierchen im Moos und im Sand, selten im Wasser finden und in mancher Beziehung Aehnlichkeit mit den *Acarinen* besitzen. Der Körper (Fig. 99) ist wurmförmig, mit vier Paar höckerförmigen Gliedmassen, deren jede mit zwei oder mehr Krallen endigt. Das vierte Paar ist am Hinterende des Körpers nach hinten gerichtet, so dass, wenn diese Anhänge dem hintern Gliedmassenpaar der typischen *Arachniden* entsprechen, die hinteren Thoracal- und alle Abdominalsomiten unentwickelt blieben.

Der Mund liegt am Ende eines mit zwei Stileten versehenen Rüssels, welcher dem den *Acarinen* so ähnlich ist, dass man ihn höchst wahrscheinlich als durch Verwachsung von Cheliceren- und Pedipalpen-Anlagen entstanden betrachten darf. Ein musculöser Schlund führt in einen weiten Darmcanal, welcher allmählich nach dem After hin enger wird.

Kreislaufs- und Athmungsorgane existiren nicht. Die paarigen Bauchganglien, deren Zahl derjenigen der Anhänge entspricht, sind gross und durch Längscommissuren mit einander und mit einer vor dem Oesophagus gelegenen Gehirnmasse verbunden, der manchmal zwei Augen aufsitzen.

Die *Tardigraden* sind hermaphroditisch: der Eierstockssack und die beiden Hoden münden gemeinsam in eine erweiterte Kloake, in welche der Darm ausgeht. Die Eier sind verhältnissmässig sehr gross. Die Cuticula des Mutterthieres wird abgeworfen und umhüllt die abgelegten Eier wie eine Art Ephippium. Die Furchung ist eine

totale. Die Jungen sind, wenn sie ausschlüpfen, ein Drittel so gross wie die Alten und durchlaufen keine Metamorphose; nur tritt in einigen Fällen ein Gliedmassenpaar erst nach Geburt auf.[2])

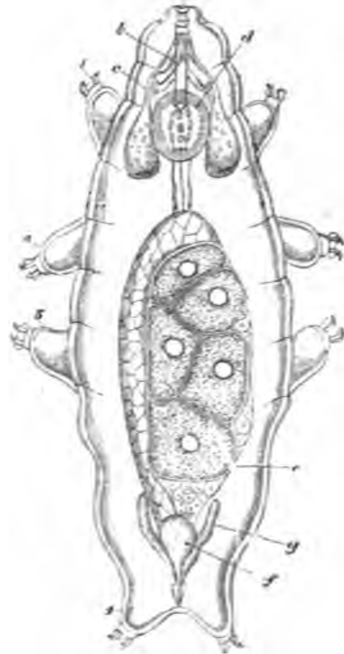


Fig. 99. — *Macrobiotus Schultzei* (100/1). — *a.* Mund mit sechs Papillen; *b.* Speiseröhre mit verkalkten Stileten; *c.* Speicheldrüsen; *d.* musculöser Schlund; *e.* Ovarium; *f.* Samenblase; *g.* Hode; 1, 2, 3, 4. Gliedmassen. (Nach GREEFF.[1]))

Die Pentastomiden. — Eine noch abweichendere Form bildet die parasitische *Linguatula* oder *Pentastomum*, welche man in ungeschlechtlichem Zustande in der Lunge und Leber pflanzenfressender Säugethiere, im geschlechtlichen Zustande in den Nasen- und Kieferhöhlen der Raubthiere findet. So ist nach LEUCKARTS Untersuchungen *Pentastomum taenioides*, das in den letztgenannten Höhlen des Hundes und Wolfes lebt, der geschlechtliche Zustand von *P. denticulatum*, das in der Leber von Hasen und Kaninchen vorkommt [3].

Die *Pentastomiden* sind längliche, wurmförmige Thiere, deren Körper durch dicht stehende quere Einschnürungen in zahlreiche kurze Segmente getheilt ist. Auf den ersten Blick scheint der Körper gänzlich der Anhänge zu entbehren; aber bei genauerer Betrachtung findet man vier krumme Häkchen, zwei zu jeder Seite des ziemlich am Vorderende des Körpers gelegenen Mundes. Jeder Haken ist solide und springt mit seiner Wurzel in die Körperhöhle vor, wo sich die Muskelbänder, welche ihn bewegen, an denselben ansetzen.

---

1) GREEFF, »Untersuchungen über den Bau der Bärthierchen.« — Archiv f. mikr. Anatomie, 1866.

2) KAUFMANN, »Entwickelung und systematische Stellung der Tardigraden«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. III. S. 220.

3) R. LEUCKART, »Bau und Entwickelungsgeschichte der Pentastomen.« Leipzig. 1860.

Der Mund ist von einem Chitinringe umgeben; von ihm aus führt ein enger Oesophagus in einen fast cylindrischen geraden Darmcanal, welcher in der Mittellinie des hintern Körpers im After endigt. Der Darmcanal wird durch ein in seiner ganzen Länge angebrachtes Mesenterium in seiner Lage festgehalten. Ein Nervenring umgiebt den Oesophagus; hinten besitzt er eine Ganglien-Anschwellung, von wo aus Nerven in den Körper treten. Die Muskeln sind quergestreift.

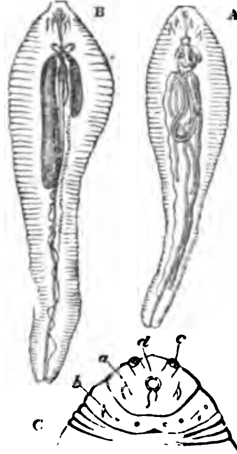


Fig. 100. — *Pentastomum taenioides.* — A. Männchen. B. Weibchen. C. Vorderende des Körpers. *a.* vordere Haken; *b.* hintere Haken; *c.* rudimentäre tasterförmige Organe; *d.* Mund. (Nach Leuckart.)

Die Thiere sind getrenntgeschlechtlich, die Männchen gewöhnlich viel kleiner als die Weibchen. Der Hode ist ein länglicher Sack, welcher ventralwärts vom Darme liegt und vorn mit zwei Vasa deferentia im Zusammenhang steht. Diese endigen am vordern Abschnitt der Bauchseite des Körpers, und jedes besitzt eine sackartige Erweiterung mit einem sehr langen aufgerollten chitinigen Penis. Beim Weibchen ist der Eierstock ein weiter Sack, von dessen Vorderende die Eileiter entspringen; die Geschlechtsöffnung liegt nahe am After.

Die Eier durchlaufen ihre Entwicklung im Eierstock. Die Embryonen sind oval, spitzen sich aber nach dem Hinterende hin zu. Vorne befinden sich in der Mittellinie drei scharfe vorstossbare Griffel, deren mittlerer der längste ist. In der Mitte der Bauchseite sind zwei Paare gegliederter Beine angebracht; jedes endet mit einer doppelten hakenförmigen Kralle. Der Embryo von *Linguatula* ähnelt also einerseits demjenigen der *Acarinen*, andererseits demjenigen gewisser parasitischer *Crustaceen*, wie *Anchorella*.

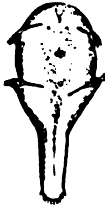


Fig. 101. — Embryo von *Pentastomum taenioides.*

Bei *Pentastomum taenioides* werden die Embryonen, noch in ihrer Dotterhaut liegend, vom Hunde und Wolf mit dem Nasenschleim ausgeworfen. Gelangen sie dann mit der Nahrung des Hasen oder Kaninchens in deren Körper, so schlüpfen die Embryonen aus dem Ei aus, dringen durch die Darmwandung und nisten sich in der Leber ein. Hier kapseln sie sich ein, wachsen und erfahren unter wieder-

holten Häutungen verschiedene Gestaltsveränderungen, bis sie in dem als *Pentastomum denticulatum* bekannten Zustand anlangen. Wird nun das Fleisch des Nagethieres, in dem *P. denticulatum* enthalten ist, von einem Hunde gefressen, so wandert der Schmarotzer in die Stirn- oder die Kieferhöhlen des Letztern und nimmt allmählich die Form eines *P. taenioides* an, während er gleichzeitig Geschlechtsorgane erhält. Der Parasitismus der *Pentastomiden* ist also demjenigen der *Cestoden* sehr ähnlich.

Spinnen und Milben waren, wie aus ihren im Bernstein enthaltenen Resten hervorgeht, in der Tertiärzeit sehr häufig. In den mesozoischen Formationen kommen verschiedene *Arthrogastren* vor, und Spinnen und Skorpione von bedeutender Grösse hat man in der Kohle gefunden.

Die Myriapoden. — Bei diesen Arthropoden ist der Körper in viele Segmente getheilt, deren vorderstes die Charaktere eines gesonderten Kopfes annimmt. Fast alle diese Segmente besitzen gegliederte, mit Krallen endigende Gliedmassen. Bei den *Chilopoden* (Fig. 102 A) haben die Körpersegmente breite Sterna und die Basalglieder der Extremitäten liegen weit auseinander; bei den *Chilognathen* (Fig. 102 B) dagegen ist die Sternalgegend rudimentär und die Basalglieder der Extremitäten liegen nahe an einander. Bei der letztgenannten Unterordnung tragen ferner die meisten Körpersegmente zwei Gliedmassenpaare und entsprechen wahrscheinlich je zwei Somiten.

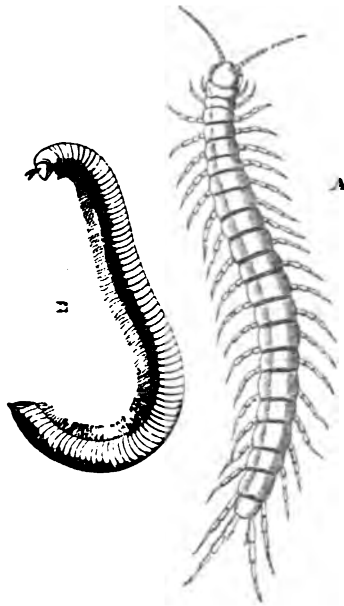


Fig. 102. — A. *Scolopendra borbonica* (*Chilopod*). B. *Julus flavozonatus* (*Chilognath*).[1])

Der Kopf ist entweder von oben nach unten (*Chilopoden*) oder von vorn nach hinten (*Chilognathen*) abgeplattet. Einige Arten

1) »Règne animal«. Ed. illustr.

sind blind, aber die Mehrzahl besitzt Augen; in der Regel sind es zwar nur kleine und nicht sehr zahlreiche Ocellen, in manchen Fällen aber auch grosse zusammengesetzte Augen. Immer ist ein Paar gegliederter zweiter Antennen vorhanden.

Die Mehrzahl besitzt einen zum Beissen eingerichteten Mund und ist mit einem Paar Mandibeln ausgestattet, deren wichtigste Eigenthümlichkeit darin besteht, dass sie gegliedert sind, also weniger von dem Typus der gewöhnlichen Gliedmassen abweichen als bei den Insecten, während sie sich in demselben Masse den *Peripatiden* nähern. Die Mandibeln sind bei den Chilopoden (Fig. 103) stärker umgebildet als bei den Chilognathen. Bei den Letzteren bildet das zweite Gnathitenpaar eine breite vierlappige Platte, welche die Rolle einer Unterlippe spielt, während dieselben bei den *Chilopoden* weich und gegliedert und an ihrer Basis durch einen medianen zweilappigen Fortsatz (Fig. 103 V') verbunden sind. Bei den *Chilognathen* sind die vier Segmente, welche auf den Kopf folgen, frei, und ihre Anhänge gleichen gewöhnlichen Beinen. Das vorderste Paar ist nach vorne gerichtet und tritt in Beziehung zum Munde. Das Tergum des ersten Somits ist oft vergrössert. An den drei anderen Somiten scheint stets ein Paar von Anhängen unterdrückt zu werden. Es sind also drei Segmente mit einfachen Beinpaaren vorhanden; die übrigen tragen immer je zwei Paare.

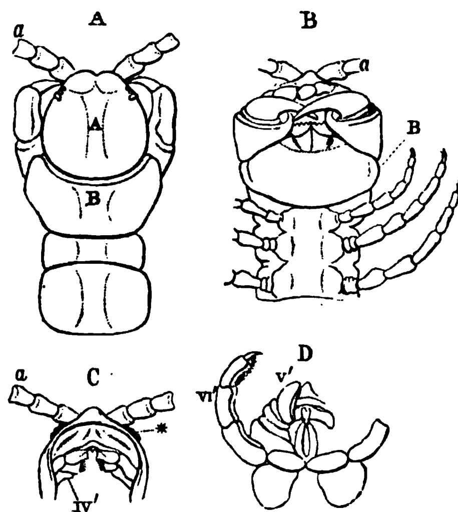


Fig. 108. — *Scolopendra Hopei* (nach NEWPORT).
A. Rückenansicht des vordersten Körperabschnittes. *a*. Antennen; *A*. Kopfsegment; *B*. Basilarsegment.
B. Bauchansicht desselben. Buchstaben wie bei A.
C. Unteransicht des Kopfsegmentes mit den Antennen *a*., den Augen*, der Oberlippe und den Mandibeln, IV'.
D. Das zweite Gnathitenpaar V' und das erste Anhangpaar des Basilarsegments VI'.

Bei den *Chilopoden* dagegen folgt auf den Kopf ein ***Bas***... - *Segment* (Fig. 103, B), das nach NEWPORT durch Vereinigung v...

vier Embryonalsomiten entsteht und drei Paar Anhänge trägt. Von diesen ist das erste birnförmig, aber nach vorn unter den Mund gerichtet (Fig. 103, D. VI'); das zweite Paar sind die starken rückwärts gekrümmten Giftkrallen, und das hinterste fungirt als wirkliche Beine, welche ähnlich wie die folgenden Somiten gebaut sind, aber immer kleiner als die übrigen bleiben und beim erwachsenen Thiere bisweilen vollkommen verkümmern. Die Somiten des Körpers tragen nie mehr als je ein Beinpaar.

Der Darmcanal ist gewöhnlich gerade und ungetheilt wie der einer Insectenlarve. Es sind grosse Speicheldrüsen vorhanden, und am Enddarm sitzen Malpighische Gefässe.

Das Herz erstreckt sich durch den grössten Theil des Körpers und ist vielkammerig; auf jedes der Somiten, in denen es liegt, kommt eine Kammer. Jede Kammer hat eine etwa kegelförmige Gestalt, ist hinten breiter als vorne und nimmt das Blut durch ein Paar seitliche Spalten auf, während der Austritt desselben zum Theil durch die Communication mit der anliegenden Kammer, zum Theil durch seitlich abgehende Arterien erfolgt. Ein medianer Aortenstamm bildet die Fortsetzung des Herzens nach vorne, und seitliche Stämme umgreifen den Oesophagus und vereinigen sich zu einer über der Ganglienkette liegenden Arterie. Das Arteriensystem ist also bei den *Chilopoden* ebenso vollkommen wie bei den Skorpionen.[1])

Als Athmungsorgane erscheinen Tracheen, welche an der Seiten- oder Bauchfläche einer grösseren oder geringeren Anzahl von Somiten durch Stigmen nach aussen münden. Bei *Scutigera* liegen die Stigmen in der dorsalen Mittellinie des Körpers.

Das Nervensystem besteht aus einer Ganglienkette mit einem Paar von Ganglienanschwellungen für jedes Segment des Körpers; die vordersten sind durch Commissuren, welche den Oesophagus umgreifen, mit den Gehirnganglien verbunden.

Das Ovarium (Fig. 104, A) ist sowohl bei *Chilognathen* als auch bei *Chilopoden* lang, unpaarig und schlauchförmig. Bei Letzteren liegt es über dem Darmcanal, bei Ersteren zwischen dem Darmcanal und dem Nervensystem. Die doppelten Scheiden münden bei den *Chilognathen* an oder dicht hinter den Basalgliedern des zweiten

---

1) Newport, »On the structure and development of the nervous and circulatory systems in the Myriapoda and macrurous Arachnida.« — Philosophical Transactions, 1863.

Beinpaares, bei den *Chilopoden* dagegen am hintern Ende des Körpers unter dem After. Sehr allgemein sind zwei Samentaschen und Kittdrüsen vorhanden.

Die Hoden sind bei den *Chilognathen* schlauchförmige Drüsen. welche an derselben Stelle wie das Ovarium liegen und in derselben Gegend münden. Sie haben seitliche Blindsäcke und sind durch Quercanäle verbunden. An der Sternalfläche des sechsten Segmentes nach dem Kopfe oder in Zusammenhang mit den Basalgliedern des siebenten Beinpaares entwickeln sich zwei Begattungsorgane oder Penes.

Bei den *Chilopoden* variirt der Bau des Hodens recht mannichfaltig. So besteht er bei *Lithobius*[1]) in einer einfachen fadenförmigen Röhre, die am Hinterende mit zwei Vasa deferentia zusammenhängt, welche das Rectum umgreifen. In jedes Vas deferens mündet ein mächtiger Blindsack, offenbar eine Samenblase. Allein bei den meisten Chilopoden (Fig. 104, B) sind die Hoden aus spindelförmigen Follikeln (*t*) zusammengesetzt, welche durch zarte Canäle mit einem medianen Vas deferens (*v*) zusammenhängen. Mit der Oeffnung des männlichen Apparates verbinden sich zwei oder vier Paar accessorische Drüsen.

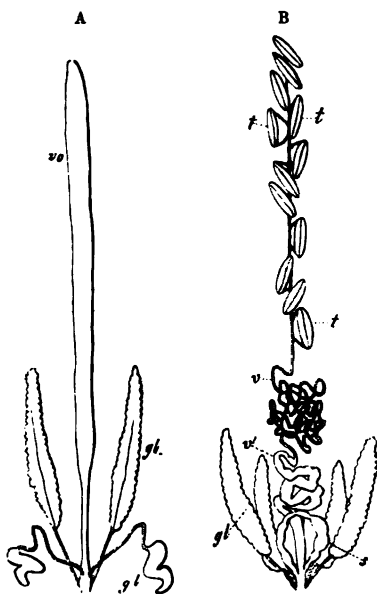


Fig. 104. — A. Weibliche Geschlechtsorgane von *Scolopendra complanata*. — *ov*. Ovarium; *gl*. Drüsen. B. Männliche Organe von derselben. *t*. Hoden; *v*. Vas deferens; *v'*. als Spermatophorenbehälter functionirender Abschnitt des Vas deferens; *s*. Samenblase; *gl*. Accessorische Drüsen. (Nach Fabre.)

Bei *Scolopendra*, *Cryptops* und *Geophilus* werden die Spermatozoen in Spermatophoren eingeschlossen.

Bei den *Chilognathen* findet eine Begattung statt. Bei *Glomeris* und *Polyxenus* werden die Genitalöffnungen beider Geschlechter während der Begattung an einander gebracht; bei *Julus* dagegen nehmen

1) Fabre, »Anatomie des Organes reproducteurs des Myriapodes«. — Annales des sciences naturelles. 1855.

die Penes des Männchens vor der Begattung die Samenflüssigkeit auf, und durch ihre Vermittelung erfolgt die Befruchtung des Weibchens.

Bei den *Chilopoden* hat man die Begattung noch nicht beobachtet; in der That zeigt das Weibchen die Neigung, das Männchen zu zerstören, wie bei den Spinnen. Der männliche *Geophilus* spinnt Gewebe wie Spinnenweben quer durch die Gänge, in denen er lebt und legt mitten in jede hinein eine Spermatophore.

Metschnikoff [1]) hat neuerdings gezeigt, dass bei den *Chilognathen* vollständige Dotterfurchung stattfindet, und bestätigt die Beobachtung von Newport (Phil. Trans. 1841), dass die Sternalseite des Blastoderms sich in der Mitte scharf knickt, so dass die vordere und hintere Hälfte des Embryos dicht an einander zu liegen kommen. Metschnikoff weist ferner nach, dass nur zwei Paar Anhänge sich in Mundwerkzeuge verwandeln, ferner dass eine chitinige Hülle, die wahrscheinlich mit dem von Newport bei *Julus* beschriebenen »Amnion« identisch ist, frühzeitig vom Embryo abgeworfen wird und bei einigen Arten einen medianen zahnartigen Fortsatz bildet, welcher zur Sprengung der Dotterhaut dient. Newport beschreibt einen kurzen Strang oder *Funiculus*, welcher das Afterende des Embryos mit dem sogenannten Amnion verbindet. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dies einfach die Fortsetzung der ersten Larvenhaut in das Rectum ist.

Der *Julus*-Embryo zersprengt zunächst die Dotterhaut und ist nur von der Embryonalhülle umschlossen. Zu dieser Zeit besteht der Körper aus acht Segmenten, von denen das erste den Kopf darstellt. An den Seiten des Kopfes sind Spuren von Antennen sichtbar; die vier folgenden Segmente sind mit Papillen versehen. Diese entwickeln sich am zweiten, dritten und fünften Segment zu den drei functionirenden Gliedmassen, mit denen das junge Myriapod zuerst versehen ist. Zwischen dem siebenten und dem Endsegment wächst der Körper und die neugebildete Zone theilt sich in sechs rudimentäre neue Segmente. Auch das Endsegment theilt sich in zwei. Wenn so das Junge aus der Embryonalhülle ausschlüpft, besteht es aus neun vollständigen Segmenten, den Kopf mit eingerechnet, und sechs rudimentären zwischen dem vorletzten und dem drittletzten eingeschalteten — im Ganzen funfzehn, also der vollen

---

1) Metschnikoff, »Embryologie der doppelfüssigen Myriapoden (Chilognathen)«. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIV. S. 253.

Segmentzahl (Kopf, drei Thoracal-, elf Abdominal-Somiten), die einer Insectenlarve zukommt.

Zwischen den Insecten- und den Myriapodenlarven besteht indessen der Unterschied, dass bei Letzteren nur zwei Gnathitenpaare vorhanden sind, die den Mandibeln und ersten Maxillen der Insecten entsprechen müssen; die Gehanhänge des zweiten Segments müssen mithin die zweiten Maxillen der Insecten darstellen. Obwohl also in beiden Fällen scheinbar die gleiche Anzahl von Somiten vorhanden ist, müssen die Myriapoden in Wirklichkeit eines weniger haben. Die Myriapodenlarve unterscheidet sich demnach trotz ihrer Sechsbeinigkeit wesentlich von einer Insectenlarve.

Am sechsten und siebenten Segment entwickeln sich wie an allen neugebildeten Segmenten je zwei Beinpaare. Es verdient dabei beachtet zu werden, dass die männlichen Begattungsorgane, obschon sie am siebenten Segmente (am sechsten nach dem Kopfe) des erwachsenen Thieres liegen, sich aus einem der primären Segmente des Embryos entwickeln, nicht aus einem der später hinzukommenden. Neue Segmente, deren jedes zwei Beinpaare trägt, entwickeln sich zu sechsen in der Knospungszone zwischen dem vorletzten Segment und dem hintersten neugebildeten Segment, bis die Zahl der dem erwachsenen Thiere zukommenden voll ist.

Bei allen andern *Chilognathen*, deren Entwickelung man bisher verfolgt hat, besitzt das Junge nur drei Paar functionirende Beine, während eines von den vier auf den Kopf folgenden Segmenten fusslos ist. Nach FABRE ist das fusslose Segment bei *Polydesmus complanatus* das zweite, nicht das dritte wie bei *Julus*.

Bei den *Chilopoden* verlässt das Junge das Ei mit sieben (*Lithobius scutigera*) oder einer grössern Zahl von Gangbeinpaaren. Die ersten Entwicklungsstadien von *Geophilus* sind von METSCHNIKOFF [1] beschrieben worden. Es findet totale Furchung statt, und wenn das Junge das Ei verlässt, hat es einen cylindrischen Körper wie ein junges Chilognath und besitzt viele Gliedmassenpaare. NEWPORT [2] hat nachgewiesen, dass bei *Geophilus longicornis* das Basilar-Segment sich durch Verschmelzung von vier Somiten bildet, von deren Anhängen schliesslich nur zwei zur Entwicklung kommen. Das Basilar-Segment des *Chilopoden*-Kopfes dürfte also vollständig den vier

1) Zeitschrift für wiss Zoologie. Bd. XXV. S. 313.

2) NEWPORT, »Monograph of the class Myriapoda, order Chilopoda«. — Transactions of the Linnean Society, vol. XIX.

Segmenten, welche bei den *Chilognathen* auf den Kopf folgen, entsprechen. Unter solchen Umständen ist der Unterschied in der Lage der Geschlechtsöffnungen in den beiden Gruppen ausserordentlich merkwürdig.

Fossile Myriapoden kommen sowohl in den tertiären wie in den secundären Formationen vor, und, wie es scheint, ist kein Grund vorhanden, daran zu zweifeln, dass der von Lyell und Dawson in der Kohle von Neuschottland gefundene *Xylobius sigillaria* zu dieser Gruppe zu rechnen ist.

Die Insecten. — Trotz der ungeheuren Zahl und des ausserordentlichen Formenreichthums der Insecten ist die fundamentale Einheit ihrer Organisation unverkennbar, und es besteht in dieser Hinsicht ein auffallender Contrast gegen die Crustaceen.

In der Regel ist die Theilung des Körpers in drei Abschnitte, nämlich Kopf, Thorax und Abdomen, deutlich ausgeprägt, nicht nur durch die eigenthümlichen Umbildungen, welche die Kopf- und Thoracal-Somiten erfahren, sondern dadurch, dass die drei als Beine fungirenden Gliedmassen ausschliesslich an den Letzteren sitzen. Der Kopf besitzt niemals mehr als vier Paar Anhänge, nämlich ein Paar Antennen und drei Paar Gnathiten; ferner ist in der Regel ein Paar zusammengesetzte Augen, welche an den Seiten des Kopfes sitzen, vorhanden; dazu kommen bisweilen noch einfache Augen. Das erste Gnathitenpaar sind die Mandibeln, die niemals einen Taster besitzen. Das zweite Paar sind die Maxillen; dieselben sind bei denjenigen Insecten, bei denen der Mund am wenigsten modificirt ist, von einander getrennt und seitlich beweglich, wohingegen das dritte Paar in der Mittellinie verwachsen ist und die Unterlippe (*Labium*) der Entomologen bildet. Die Vorderseite der Mundöffnung begrenzt eine mediane Platte, die Oberlippe (*Labrum*), während sich an dem von der Oberlippe gebildeten Boden des Mundes gewöhnlich ein medianer Fortsatz, die Zunge oder *Lingua*, entwickelt.

Es ist kaum zu bezweifeln, dass die Mandibeln, die Maxillen und das Labium den Mandibeln und den beiden Maxillenpaaren der Crustaceen entsprechen. In dem Falle fehlt ein Paar Antennen, das sich bei Letzteren findet, bei den Insecten und andern luftathmenden Arthropoden. Die Existenz des entsprechenden Somits lässt sich nicht nachweisen. Nimmt man jedoch an, dass es vorhanden sei, aber ohne Anhänge, und betrachtet man die Augen als Anhänge

eines weitern Segmentes, so enthält der Insectenkopf sechs Somiten, wobei die präoralen Sterna wie bei den höheren Crustaceen gegen die Rückenseite emporgebogen sind.

Die drei Somiten, welche auf den Kopf folgen, heissen *Prothorax*, *Mesothorax* und *Metathorax*. Jedes trägt normaler Weise ein Beinpaar, und wenn Flügel existiren, so sind es seitliche (den Pleuren der Crustaceen entsprechende) Auswüchse der Tergal-Region des Mesothorax oder Metathorax oder beider.

Im Abdomen sind höchstens elf Somiten vorhanden; keines von ihnen trägt beim erwachsenen Thiere Gangbeine. Nimmt man also an, dass auf den Kopf sechs Somiten kommen, so beträgt mithin die normale Somitenzahl des Insectenkörpers zwanzig, wie bei den höheren Crustaceen und Arachniden.[1]) Eines der gemeinsten Insecten, die Schabe (*Blatta* [*Periplaneta*] *orientalis*), ist glücklicherweise zugleich eine der ältesten, am wenigsten umgebildeten und in manchen Beziehungen lehrreichsten Formen. Es ist ausserdem gross genug, um es bequem seciren zu können.

Der Kopf der Schabe ist in verticaler Richtung verlängert, von vorn nach hinten abgeplattet und durch einen deutlichen Hals mit dem Prothorax verbunden. Die dünnen Antennen sind so lang oder länger als der Körper. An den Seiten des Kopfes liegen grosse nierenförmige zusammengesetzte Augen. Der Tergalabschnitt des Prothorax (*Pronotum*) stellt ein breites Schild dar, welches vorn über den Kopf und hinten über den Tergalabschnitt des Mesothorax oder des *Mesonotums* hinübergreift. Die Beine sind stark und nehmen vom ersten bis zum letzten Paare an Länge zu. Das Abdomen ist von oben nach unten abgeplatttet und trägt am Hinterende zwei lange vielgliedrige borstige Griffel (*cerci*).

Das Männchen unterscheidet sich sehr bedeutend vom Weibchen. Es besitzt zwei Paar Flügel, deren vorderes braun und von steifer hornartiger Beschaffenheit ist. Da sie dazu dienen, die Hinterflügel zu bedecken, so nennt man sie Flügeldecken oder *Tegmina*. Wenn sie zusammengelegt sind, greift die linke über die rechte hinüber, und beide erstrecken sich bis an den Hinterrand des Tergums des fünften Abdominalsomits. Die Hinterflügel dagegen sind dünn

1) Es ist fraglich, ob die Podicalplatten ein Somit darstellen. Die Gesammtzahl der Somiten, deren Existenz bei den Insecten sich thatsächlich nachweisen lässt, beträgt dann nur siebzehn, nämlich vier für den Kopf, drei für den Thorax und zehn für das Abdomen.

und häutig und werden während der Ruhe der Länge nach zusammengefaltet; der eingeschlagene Rand ist der innere. In dieser Lage sind sie dreieckig; die Basis des Dreiecks liegt nahe am Hinterrande des vierten Abdominalsomits; dabei fasst der rechte Hinterflügel ein wenig über den linken über. Streckt man diese Flügel gewaltsam und stellt sie so, dass sie rechte Winkel mit dem Körper bilden, so sieht man, dass jeder einen fast geraden verdickten Vorderrand besitzt, während die abgerundeten Aussen- und Hinterränder sehr dünn sind. Zur Verstärkung des Flügels dienen von der Wurzel ausstrahlende Verdickungen oder *Nerven*, welche durch zarte Querleisten mit einander verbunden sind. Ueberlässt man den Flügel sich selbst, so legt er sich mit ziemlicher Gewalt wieder in Falten.

Das Abdomen des Männchens ist nicht sehr breit. Die Sterna der Abdominalsomiten sind sämmtlich abgeplattet; das hinterste trägt zwei kleine ungegliederte Griffel, und zwischen dem hintersten Tergum und dem hintersten Sternum sieht man bei genauerer Betrachtung ein Paar eigenthümliche hakenförmige Fortsätze hervorragen. Das Abdomen des Weibchens ist sehr viel breiter, besonders in der Mitte. Das hinterste Sternum ist convex, kahnförmig und längs der Mittellinie in zwei Hälften getheilt, welche durch eine dünne biegsame Membran mit einander zusammenhängen. Bisweilen sieht man die grosse Eikapsel, welche das Weibchen eine Zeitlang, ehe es sie ablegt, mit sich umherträgt, zwischen den hintersten Sterna und Terga hervorragen. Das Weibchen hat bewegliche Flügeldecken, aber sie sind sehr klein, erstrecken sich nämlich nicht über die Mitte des Metathorax hinaus und sind in der Mittellinie weit von einander entfernt; es sind in der That blos Rudimente der Vorderflügel. Die Hinterflügel scheinen auf den ersten Blick vollständig zu fehlen; allein an den äusseren Enden des Metanotums oder des Tergalabschnittes des Metathorax sitzen kleine dreieckige Flächen, an denen das Integument sehr dünn und mit Zeichnungen versehen ist, welche an die Nerven eines Flügels erinnern. Es ist in der That nicht zu bezweifeln, dass dies wirklich unentwickelte Flügel sind, und sie beweisen in höchst überzeugender Weise, dass die Flügel Modificationen desjenigen Theiles des Insectenskeletes sind, welches den Pleuren, also den Seitentheilen des Panzers eines Krebses entspricht.

Die convexe Rückenwand des Schabenkopfes (Fig. 105) heisst das *Epicranium*. Namentlich bei jungen Thieren sieht man wie eine mediane Naht, die *Epicranial-Naht*, von vorne nach hinten zieht und

sich zwischen den Augen in zwei Aeste theilt, von denen je einer zur Einlenkungstelle einer Antenne hinzieht. Das Basalglied der Antenne sitzt an einer durchsichtigen biegsamen Haut, welche einen ovalen Raum, die Antennengrube, einnimmt und eine freie Beweglichkeit der Antenne gestattet. Eine kleine Hervorragung des harten Chitinskeletes, welche den untern Rand der Grube begrenzt, dient dem Gelenk zur Stütze. An der Innenseite der Antennengrube und über derselben befindet sich ein ovales Fenster, welches nur von einem dünnen durchsichtigen Theile des Integumentes überzogen ist, und unter dem man ein Gewebe von blendend weisser Färbung liegen sieht (Fig. 105, I, II, *b*). Von einigen Entomologen werden dieselben als rudimentäre Ocellen betrachtet, allein ehe man sich dieser Ansicht anschliessen kann, muss die Structur dieser Gebilde genau untersucht werden.

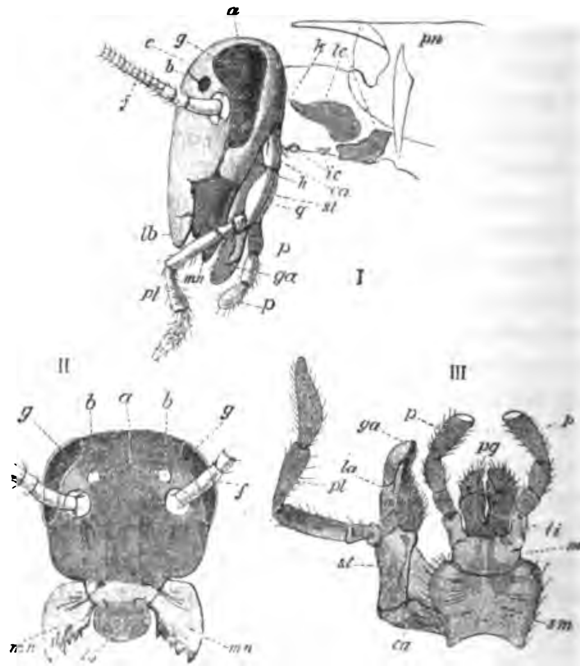


Fig. 105. — *Blatta orientalis*. — I, II. Seiten- und Vorderansicht des Kopfes. *a*. Epicranialnaht: an den Enden der Seitenäste derselben die Fenster, *b*; *f*. Antennen; *g*. Augen; *lb*. Oberlippe; *mn*. Mandibel; *ca*. Cardo; *st*. Stipes; *ga*. Galea; *pl*. Maxillartaster; *p*. Taster; *g*. Mentum und Submentum des Labiums; *k*. Ränder des Hinterhauptloches; *ic*. untere Cervicalscleriten; *lc*. seitliche Cervicalscleriten; *pn*. Pronotum. III. Das Labium und die rechte Maxille, von unten gesehen, *la*. Lacinia der Maxille; *pg*. Paraglossen; *li*. Ligula; *m*. Mentum; *sm*. Submentum des Labiums; die übrigen Buchstaben wie oben.

Die durchsichtige Cornea des nach aussen und hinten von der Antennengrube liegenden Auges ist länglich, oben breiter als unten, und hat einen concaven Vorder- und einen schwach convexen Hinterrand. Die zahlreichen Facetten, in welche sie zerfällt, sind sechseckig und sehr klein.

Die breite abgeflachte Gegend des Vorderkopfes oralwärts von der Epicranial-Naht heisst der *Clypeus*. Er ist über den Mund hinaus verlängert, und mit dem abgestuzten Ende dieser Verlängerung articulirt die klappenartige Oberlippe. Hinter der Oberlippe befinden sich zwei sehr kräftige gekrümmte Mandibeln, welche an ihrem Ende starke Zähne tragen (Fig. 105, II, *mn*). Jede Mandibel ist an dem abgestutzten Rande des Seitentheiles des Kopfskeletes unter den Augen, an der sogenannten Wange (*gena*), in der Weise eingelenkt, dass sie frei gegen die Mittellinie ab und zu bewegt werden kann, aber in keiner andern Richtung. Das proximale Ende der Maxille (Fig. 105, III) besteht aus einem länglichen Basalgliede, dem Angelgliede (*cardo*), welches quer zur Achse des Kopfes gestellt ist und mit dem untern Rande des Epicraniums verbunden ist oder vielmehr mit einem dünnen Skeletbande, welches um den Hinterrand des Epicraniums herumläuft und nur an der Rückenseite fest damit zusammenhängt. Dieses Band bildet die Begrenzung des sogenannten *Hinterhauptsloches*, durch welches der Hohlraum des Kopfes mit dem des Halses, dessen Chitinwand mit ihm in Zusammenhang steht, communicirt. Unter rechtem Winkel an der Angel eingelenkt ist der *Stipes* oder das zweite Glied der Maxille; dies ist seitlich frei beweglich und trägt an seiner äussern distalen Ecke die Fortsetzung der Gliedmasse, einen aus zwei kurzen und drei langen Gliedern gebildeten Taster (*Palpus*). Der Stipes endigt mit zwei Fortsätzen; der vordere und äussere von ihnen, die *Galea*, ist weich, rundlich und möglicherweise sensibel, während der hintere und innere — die *Lacinia* — ein gekrümmtes, schneidendes Blatt mit einem gezähnten und stacheligen Innenrande ist.

Das *Labium* (Fig. 105, III) besteht aus zwei unvollständig getrennten medianen Platten, dem *Submentum* hinten und dem *Mentum* vorne: auf das Letztere folgt ein zweilappiges Endstück, die *Ligula*, deren Lappen wiederum der Länge nach in zwei Theile getheilt sind, welche grosse Aehnlichkeit mit der Galea und Lacinia der Maxille haben. Den äussern nennt man gewöhnlich die *Paraglossa*.

Zwischen dem Mentum und der Ligula an jedem Aussenrande

des Labiums ist ein kleines Stück, der *Palpiger*, eingelenkt; es trägt den dreigliederigen »Lippentaster« oder *Labialpalpus*, der als das eigentliche freie Ende der zweiten Maxille zu betrachten ist. Die Aehnlichkeit zwischen dem Labium und einem Paar verwachsener Maxillen liegt auf der Hand.

Das Submentum articulirt nicht direct mit dem Kopfskelet, sondern sein Hinterrand liegt dicht an einem der Nackenskleriten,[1]) der im chitinigen Integument des Nackens erkennbaren Skeletelemente, von denen im Ganzen sieben vorhanden sind. Eines ist dorsal, median und durch einen tiefen Längseindruck ausgezeichnet. Es articulirt mit dem dorsalen Rande des Hinterhauptsloches. Vier sind lateral (Fig. 105, I, *lc*), zwei an jeder Seite; sie verlaufen schräg vom dorsalen Theil der Begrenzung des Hinterhauptsloches, an welchem sich ein Höcker befindet, mit dem das Vorderstück articulirt, zum Vorderrande des Episternums des Prothorax. Die unteren Nackenskleriten (Fig. 105, I, *ic*) sind zwei schmale Querplatten, eine hinter der andern in der Mittellinie gelegen. Sie scheinen den als *Gula* bezeichneten Theil darzustellen, welcher bei vielen Insecten eine grosse oben mit dem Epicranium verschmelzende und vorn das Submentum stützende Platte ist. Ich halte es für wahrscheinlich, dass diese Nackenskleriten die hintersten Kopfsomiten repräsentiren, während das Band, mit dem die Maxillen verbunden sind, und die Wangen das Einzige sind, was von der Seite und der Decke des ersten Maxillar- und des Mandibular-Somits übrig geblieben ist. Die Epicranial-Erweiterungen dürften hauptsächlich durch die Erweiterung der Augen- und Antennensterna, welche aus den Scheitellappen des Embryos entstehen, nach oben und hinten sich gebildet haben. Ausser diesen äusserlich sichtbaren Skleriten findet sich eine Art von innerem Skelet (Endocranium oder Tentorium), welches sich als eine kreuzförmige Scheidewand von der Innenfläche der Seitenwände des Craniums nahe der Einlenkung der Mandibeln nach den Seiten des Hinterhauptsloches hinzieht. Der Mittelpunkt des Kreuzes ist von einem rundlichen Loch durchbohrt, durch das der Schlundring tritt. Der Anfang des Oesophagus zieht durch den

---

1) Ich gebrauche diesen Ausdruck in dem Sinne, wie ihn MILNE-EDWARDS angewandt hat, zur Bezeichnung eines bestimmten erhärteten Theiles des Chitinskelets. Er ist für das Letztere, was für das Skelet eines Wirbelthieres ein eigener Knochenkern ist.

Zwischenraum zwischen den vorderen Hörnern des Kreuzes, die Sehnen des grossen Mandibular-Adductors durch die Seitenöffnungen und die Verlängerung des Schlundes nach hinten in den Thorax durch die hintere Oeffnung, welche zwischen dem Tentorium und den Rändern des Hinterhauptsloches liegt.

In jedem Somit des Thorax beobachtet man ein gesondertes medianes Sclerit, das *Sternum*, und ein viel grösseres tergales Stück, das *Notum*. An den Seiten des Somits befinden sich andere bestimmt angeordnete Skleriten, deren vordere dem Episternum und den Epimeren der Crustaceen entsprechen dürften, während die hinteren vielleicht eigentlich den an ihnen befestigten Gliedmassen angehören.

Von der Sternalwandung jedes Somits des Thorax ragen gabelige oder doppelte Apodemen, die *Antefurca, Medifurca* und *Postfurca*, in den Hohlraum desselben hinein. Sie tragen den Nervenstrang und dienen den Muskeln zum Ansatz.

Die Beine besitzen ein grosses Basalglied, die Hüfte oder *Coxa*: zwischen diesem und dem dritten Gliede, das man *Femur* oder Schenkel nennt, ist ein kleines Glied, der *Trochanter*, eingeschaltet. Auf den Schenkel folgt eine längliche Schiene oder *Tibia* und auf diese der *Tarsus*, der aus sechs Gliedern besteht. Von diesen ist das proximale Glied lang und stark, die drei folgenden kurz, das fünfte länglich und dünn: das sehr kurze sechste endet mit zwei krummen spitzigen Krallen (*Ungues*).[1]

Die gröberen Unterschiede in der Bildung des männlichen und weiblichen Abdomens haben schon oben Erwähnung gefunden. Von den acht beim Weibchen äusserlich sichtbaren Terga (Fig. 106) ist das erste kürzer als die folgenden: das hinterste (Fig. 106, 10) ist wappenschildförmig, an den Seiten umgebogen, in der Mitte dünn und am Ende eingekerbt. Schiebt man dies Tergum vorsichtig nach hinten, so kommen zwei weitere sehr schmale Terga (Fig. 106, 8, 9) zum Vorschein, von denen das vordere über das hintere herübergreift, und welche zwischen jenen und dem drittletzten oder siebenten Tergum versteckt gelegen hatten.

1) Westwood (»Modern classification of insects«, vol. I. p. 416) giebt an, die Tarsen seien fünfgliedrig, und zwischen den Krallen sitze ein Kissen. Was Westwood ein Kissen nennt, dürfte das sechste Glied sein; es ist ein echtes Glied mit einem eigenen Beugemuskel, dessen dünne Sehne über mehrere Glieder des Tarsus hinwegzieht.

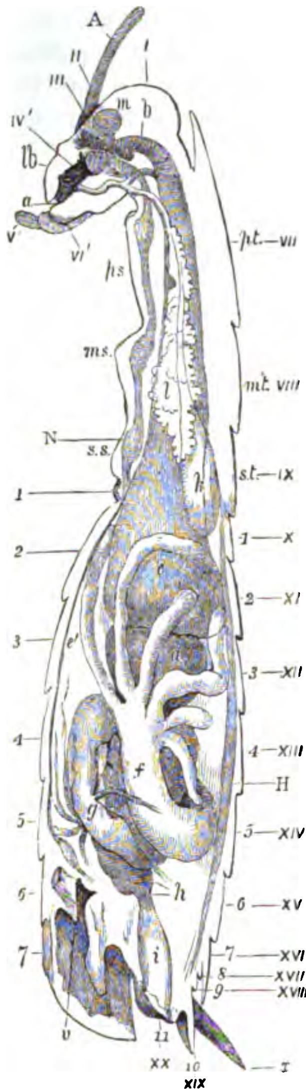


Fig. 106. — Seitenansicht der Eingeweide einer weiblichen Schabe (*Blatta*), in einen Längsdurchschnitt des Skelets eingezeichnet. — I—XX. Somiten des Körpers; 1—11. Somiten des Abdomens; A. Antenne; lb. Oberlippe; *a*. Mund; *b*. Oesophagus; *c*. Kropf; *d*. Kaumagen; *e*. Pylorus-Blindsäcke; *f*. Chylusmagen; *g*. Mündung der Malpighischen Gefässe; *h*. Darm; *i*. Rectum; *v*. Vulva; *l*. Speicheldrüse und *k*. Speichelbehälter. (Irrthümlicher Weise mündet der Ausführungsgang über statt unter der Zunge.) H. Lage des Herzens; *m*. Gehirn-Ganglien; *N*. Thoracal-Ganglien; *x*. *Cerci*.

Das scheinbar achte Tergum ist also in Wirklichkeit das zehnte. Unter dem zehnten Tergum befinden sich zwei dreieckige *Podicalplatten* (Fig. 106, 11), eine zu jeder Seite des Afters; ich halte sie vorläufig für die Scleriten des elften Abdominalsomits.

Das erste Sternum ist mit dem zweiten verschmolzen und zum grossen Theil durch die kugelförmigen Hüften der Metathoraxgliedmassen verdeckt; das siebente ist stark verbreitert und geht an seinem hintern Rande in einen kahnförmigen Fortsatz aus, der längs der Mittellinie durch eine tiefe Einfaltung des Integuments fast in zwei Theile getheilt ist.

Vollständig verdeckt vom siebenten Sternum ist eine dünne Platte, welche vorn schmaler ist als hinten, wo sie jederseits in einen Zipfel ausgezogen ist. Vorn ist sie am Sternum des voraufgehenden Somits so eingelenkt, dass eine Art Federgelenk entsteht, welches sie für gewöhnlich gegen das Letztere angedrückt hält; in Folge dessen ist sie schräge nach oben und ein wenig nach vorne gerichtet. In der Mitte dieser Platte liegt die weite Oeffnung der Vulva (Fig. 106, *v*).

An der Sternalregion hinter der Vulva, zwischen dieser und dem After, erhebt sich ein Paar länglicher Fortsätze, die in zwei

Abschnittte zerfallen, einen äussern dicken und weichen und einen innern spitzigen und harten. Sie umfassen, zum Theil scheidenartig, zwei andere Fortsätze etwa von der Gestalt von Messerklingen, deren vordere festsitzende Enden gebogen und an den Seiten des betreffenden Somits angebracht sind, so dass sie eine Strecke von einander entfernt sind, während die Klingen sich in der Mittellinie berühren. Von diesen *Gonapophysen*, wie sie heissen mögen, gehört, wie aus ihrer Entwicklungsgeschichte hervorgeht, das hintere gablige Paar zum neunten, das vordere zum achten Somit. Die Cerci (*x*) sitzen am dorsolateralen Theil des zehnten Somits.

Im Abdomen der männlichen *Blatta* (Fig. 107) kann man diese zehn Terga leicht unterscheiden, allein das achte und neunte sind sehr kurz und das Erstere greift über das Letztere hinüber. Das zehnte Tergum ist flach und hat einen frei hervortretenden abgestutzten Hinterrand. Unter dem Seitenrande derselben sind zwei vielgliedrige Cerci (*x*), ähnlich denen des Weibchens, eingelenkt.

Unter dem zehnten Tergum liegen die zwei Podicalplatten (11), zwischen denen der After mündet. Das erste Sternum ist klein und ist leicht zu übersehen. Das zweite bis sechste sind fast eben so breit wie lang; das siebente und achte sind schmaler, das neunte noch schmaler und länger und zur Hälfte vom achten bedeckt. Die bedeckte Hälfte besitzt eine andere Beschaffenheit, als die unbedeckte: sie ist dünn und durchsichtiger und ihr Vorderrand tief eingekerbt. Die unbedeckte Hälfte ist stark, hornig und dunkelfarbig, unten convex und oben concav, und ihr freier Hinterrand ist durch zwei seitliche flache Einschnitte undeutlich dreilappig. An jeder Seite ist an diesem Sternum ein dünner ungegliederter, borstiger Griffel angebracht, der nach hinten und aussen hervorsteht.

Die Tergalfläche des Abdomens des Männchens stimmt also im Wesentlichen mit der des Weibchens überein, während die Sternalfläche sich dadurch unterscheidet, dass sie zwei weitere Sterna, nämlich das achte und neunte, ohne Zerlegung des Körpers erkennen lässt. Während beim Weibchen die Mündung der Geschlechtscloake zwischen dem zehnten Tergum und dem siebenten Sternum liegt, befindet sie sich beim Männchen zwischen dem zehnten Tergum und dem neunten Sternum.

Trägt man das zehnte Tergum und die Podicalplatten ab, so kommt ein sehr eigenthümlicher Apparat, die Bewaffnung der männlichen Geschlechtsöffnung, zum Vorschein. Sie besteht aus einer

Anzahl chitiniger Fortsätze in Gestalt von Platten und Haken, deren genaue Form und Anordnung sich nur durch zahlreiche Figuren verständlich machen liesse. Im Allgemeinen ist jedoch zu sagen, dass diese Platten und Haken die Enden von Fortsätzen der Sternalregion des zehnten Somits bilden, zu beiden Seiten der Mündung des vas deferens (Fig. 107, *v*) liegen und daher, wenn sie gleicher Natur sind wie die Gonapophysen des Weibchens, doch nicht deren genaue Homologa sind.

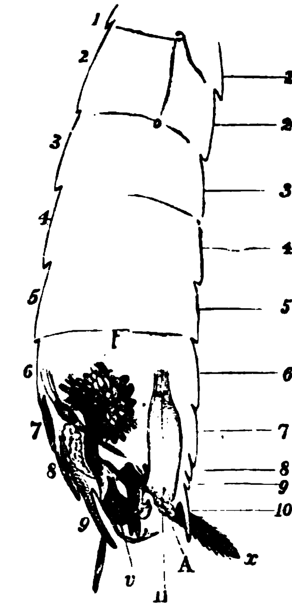


Fig. 107. — Sagittalschnitt durch das Abdomen einer männlichen Schabe (*Blatta*). — 1, 2, 3, 4 etc. Terga und Sterna des Abdomens; *t.* hutpilzförmige Drüse; *v.* Mündung des vas deferens; *A.* After.

Der am meisten in die Augen fallende Theil der rechten Gonapophyse ist eine breite, an ihrem Ende in zwei Abschnitte getheilte Platte, von denen der innere sich einwärts krümmt und mit zwei oder drei scharfen Dornen endet, während der äussere korkzieherförmig aufgewunden ist. Die linke Gonapophyse ist mit einem langen Fortsatz wie ein sogenannter Arterienhaken versehen, dessen einwärts gekrümmtes Ende gezähnt ist.

Der Darmcanal beginnt mit der Mundhöhle, welche vorn von der Oberlippe, seitlich von den Mandibeln und den Maxillen und hinten vom Labium mit der grossen Zunge oder dem *Hypopharynx* begrenzt ist. Der Oesophagus beginnt als ein enges Rohr, zieht dann zwischen den vorderen Hörnern des Tentoriums hindurch und verlässt darauf den Kopf durch das Hinterhauptsloch. Nachdem er alsdann den Hals und Thorax durchsetzt, erweitert er sich allmählich zu einem weiten Kropf (*Ingluvies*) (Fig. 106, *c*), der im Abdomen liegt. Darauf folgt der kleine dickwandige Kaumagen (*Proventriculus*) (Fig. 106, *d*), der Birnform besitzt und mit dem breiten Ende sich an den Kropf anlehnt. Das schmale Ende des Kaumagens geht in einen weiten Canal über, den sogenannten »Chylusmagen« (*Ventriculus*) (Fig. 106, *f*), ein langgestrecktes Rohr, dessen Verbindung mit dem Dünndarm durch die Insertion zahlreicher Malpighischer Gefässe gekennzeichnet ist.

Das Vorderende des Chylusmagens ist mit sieben oder acht Blindschläuchen von ungleicher Länge, den »Pylorus-Blindsäcken« (Fig. 106, *e*) ausgestattet. Der erste Theil des Dünndarms (*Ileum*) ist eng, der folgende, das *Colon*, sehr weit und etwas ausgesackt. Eine Einschnürung bezeichnet die Grenze des Colons gegen das gerade kurze *Rectum* (Fig. 106, *i*), das mit dem am Hinterende des Körpers zwischen den Podicalplatten gelegenen After endigt.[1])

Die Oeffnung, durch welche der Mund mit der Speiseröhre in Verbindung steht, ist eng und am obern und vordern Theile der Mundhöhle gelegen. Ein breiter Vorsprung der hintern und untern Wandung der Mundhöhle nimmt den ganzen Raum zwischen dem Uebergang in den Oesophagus und dem Labium ein und geht in einen freien subcylindrischen Fortsatz aus. Dieser heisst *Hypopharynx* oder *Lingua*: es dürfte sich indessen empfehlen, die Bezeichnung *Lingua* für das freie Ende und *Hypopharynx* für den festsitzenden hintern Abschnitt zu verwenden. Die vordere Fläche des Hypopharynx fällt nach vorn und unten ab; seine Seiten werden von zwei Skleriten getragen, welche oben schmal und stabartig und unten, wo sie sich zu einem Bogen an der Dorsalfläche gerade da, wo der freie Theil oder die Lingua beginnt, vereinigen, breit sind. An der Unterseite der Lingua befinden sich zwei breitere Skleriten, welche sich gleichfalls vereinigen und einen Bogen bilden, welcher über der Mündung des Speichelganges liegt. Die Vorderfläche der Lingua und des Hypopharynx ist mit feinen Haaren besetzt.

---

1) F. Plateau (»Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes«, 1874; »Note sur les phénomènes de la digestion chez la Blatta américaine (*Periplaneta americana*)«, 1876; und »Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Myriapodes«, 1876) theilt den Darmcanal der Insecten und Myriapoden in einen Mundabschnitt, einen mittleren und einen Endabschnitt. Der Mundabschnitt besteht aus dem Oesophagus, Kropf und Proventrikel; Letzterer soll nur ein Seiher sein und nicht zum Kauen dienen. Die mittlere Abtheilung liegt zwischen dem Proventrikel und der Ansatzstelle der Malpighischen Gefässe. Der Abschnitt erstreckt sich von dort bis zum After. Mit einziger Ausnahme von *Julus* sind die Darmsecrete immer alkalisch; das die Umwandlung der Eiweissbestandtheile der Nahrung in Peptone besorgende Secret scheint vom mittlern Abschnitt, der von einem Epithel ohne Cuticula ausgekleidet ist, geliefert zu werden. Bei fleischfressenden Insecten kann die Verdauung schon im Kropf stattfinden, indem das Secret des mittlern Darmabschnitts in denselben hineinfliesst. Die Speichelflüssigkeit der *Blatta* bewirkt schnell die Umwandlung von Stärke in Zucker.

Die beiden Speicheldrüsen und deren Receptacula sind bei der Schabe mächtig entwickelt.[1]) Die Drüsen (Fig. 106, *l*) liegen zu beiden Seiten des Oesophagus und erstrecken sich durch den Thorax hindurch bis an den Anfang des Abdomens. Jede Drüse stellt eine weisse Masse dar von etwa sechs Millimeter Länge und besteht aus zahlreichen Acini. Die aus diesen Acini entspringenden Ausführungsgänge vereinigen sich erst zu einem gemeinsamen Stamme an jeder Seite, und diese verschmelzen dann unter dem untern Schlundganglion zu einem einzigen kurzen Speichelgange, der unter der Zunge mündet. Die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen sind von einer mit Querrippen versehenen Chitinmembran ausgekleidet, so dass sie grosse Aehnlichkeit mit Tracheen besitzen. Die Speichelbehälter (Fig. 106, *k*) sind länglich ovale Säcke von etwa neun Millimeter Länge; jeder liegt am Ende eines langen Ganges. Diese Gänge vereinigen sich vorne mit einander und mit dem Ausführungsgang der Drüse zur Bildung des kurzen gemeinsamen Endganges. Die Behälter und ihre Gänge besitzen eine ähnliche Chitinauskleidung wie die Ausführungsgänge der Drüsen; die spiralige Zeichnung erstreckt sich jedoch nicht auf die Wandung des Receptaculums.

Der Kaumagen hat einen dicken Muskelbelag und die Chitinauskleidung, welche sich vom Kropfe aus in ihn hinein erstreckt, ist stark verdickt und bildet sechs harte braune leistenartige Hauptzähne. Hinter diesen befindet sich ein Kreis von sechs vorspringenden, mit Borsten besetzten Kissen, und ähnliche Borsten bedecken die den trichterförmigen Raum, in den dieselben hineinragen, auskleidende Membran. Zwischen jedem Paare von Hauptzähnen befinden sich fünf kleinere zahnartige Leisten, von denen die mediane die stärkste ist, und dazwischen eine verschiedene Anzahl noch feinerer Längserhebungen.

Der Kaumagen geht hinten in einen engen dickwandigen Canal über, dessen röhrenförmiges Ende frei in das viel weitere Vorderende des Chylusmagens vorspringt und eine sehr wirksame Klappe bildet. Der kurze, enge Vorderabschnitt des Dünndarms (*Ileum*) ist vom Colon durch eine Ringklappe getrennt, deren Oberfläche mit kleinen Stacheln besetzt ist.

---

1) Eine gute Beschreibung der Speicheldrüsen findet sich bei Basch, »Untersuchungen über das chylopoetische und uropoetische System der Blatta orientalis«. — Sitzungsber. d. Wiener Akademie, 1858.

Die Malpighischen Gefässe sind sehr zahlreiche (20—30) zarte Blindschläuche von durchwegs gleichem Durchmesser und von einem kleinzelligen, einen centralen Hohlraum umschliessenden Epithel ausgekleidet.

Die Verbindung zwischen dem Colon und dem Rectum ist sehr eng, aber ohne Klappe. Die Wandung des Rectums selbst erhebt sich zu sechs Leisten, welche in seinen Innenraum vorspringen und reich mit Tracheen versorgt sind; es sind die sogenannten *Rectaldrüsen*. Analdrüsen scheinen zu fehlen.

Die Histologie des Darmcanals ist besonders von Basch untersucht worden. Von der Mundhöhle bis zum trichterförmigen Ende des Kaumagens ist er von einer mit der Chitinschicht des Integumentes zusammenhängenden Chitinhaut ausgekleidet und zum grossen Theil mit feinen borstenförmigen Fortsätzen besetzt. Darunter befindet sich das eigentliche Endoderm, aus einer Zellenlage bestehend. Darauf folgt eine structurlose Membrana propria oder Basalmembran, und dann zwei Schichten quergestreifter Muskelfasern. die innere der Länge nach, die äussere ringförmig angeordnet. Am Kaumagen werden die Muskelschichten viel dicker, und einige von den Muskeln der äussern Schicht nehmen eine radiäre Stellung an, während sich die Längsmuskeln zu Bündeln anordnen, welche den sechs Hauptleisten entsprechen. Im Chylusmagen sind Muskelschichten und die Basalmembran wieder ziemlich wie zuvor angeordnet. Die Basalmembran besitzt an ihrer freien Oberfläche Gruben, in denen rundliche Zellen liegen, und ist dazwischen mit den länglichen Zellen eines Cylinderepithels besetzt. Die freien Enden von diesen besitzen einen durch eine senkrechte Streifung ausgezeichneten verdickten Saum. Eine Chitinschicht ist nicht vorhanden. Die Blindschläuche sind bloss Divertikel der Wand des Chylusmagens.

Der Dünndarm endlich wiederholt die Structur des vor dem Chylusmagen liegenden Darmabschnittes und ist mit einer borstigen Chitinauskleidung versehen.

Basch fand das Secret der Speicheldrüsen und den Inhalt des Kropfes sauer[1]; ein mit Salzsäure angesäuerter Aufguss der Speicheldrüsen verdaute Fibrin. Der Inhalt des Chylusmagens war neu-

---

1 Plateau bestreitet, dass das Speicheldrüsensecret bei *Blatta* je sauer sei, und schreibt das gelegentliche Sauersein des Kropfinhaltes der Nahrung zu.

tral oder alkalisch; ein Aufguss des Chylusmagens verwandelte Stärke in Zucker. Dieselbe Wirkung hatte ein Aufguss der Speicheldrüsen.

Das Herz (Fig. 106, *h*) ist ein dünner unscheinbarer Schlauch, welcher die Mittellinie der dorsalen Seite des Abdomens einnimmt und in Abständen Paare von seitlichen Oeffnungen besitzt.

Die Wand des Abdomens ist innerhalb des chitinigen Integuments von einer weichen zelligen Substanz (*Hypodermis*) ausgekleidet, deren äussere Schicht das Ektoderm oder die Epidermis darstellt, während die tiefere Abtheilung die parietale Schicht des Mesoderm bildet. Diese Letztere enthält eine Schicht von Längsmuskelfasern, welche entsprechend den Somiten in Segmente oder *Myotome* zerfallen, und ferner zahlreiche Tracheen. Das Herz liegt in der Abdominalwand, welche dasselbe von allen Seiten umschliesst und nur einen kleinen Pericardialraum frei lässt.[1]) Ausser dem dünnen Aortenstamm, in welchen das Herz vorne ausgeht, und welcher in den Thorax und den Kopf hineinzieht, scheint das Herz keine Gefässe abzugeben.

An die Wand der Pericardialkammer setzen sich zarte dreieckige Muskelblätter, die »Flügelmuskeln«, paarweise mit ihrer Basis an, während ihre Spitzen sich in der Hypodermis inseriren. Sie nehmen die Zwischenräume zwischen den hauptsächlichsten dorsalen Tracheenästen ein, welche zu beiden Seiten des Herzens Bögen bilden. Von der Innenfläche der Abdominalwandung entspringen Fortsätze, von denen einige frei in die Leibeshöhle hinein zu hängen scheinen, während andere die zahlreichen Tracheen begleiten, welche an den Darmcanal gehen. Oeffnet man die Abdominalhöhle, so besitzt ihre innere Auskleidung ein zottiges Aussehen und erscheint oft wie von einer freien körnigen Masse erfüllt, da die Fortsätze leicht in Stücke zerbrechen. Die Masse, welche so den Zwischenraum zwischen der Leibeswand und den innern Organen erfüllt, ist der »Fettkörper« (*Corpus adiposum*). Er besteht aus oft netzförmig angeordneten Zellen und besitzt gewöhnlich eine milchweisse Farbe, die zum Theil von der in den Tracheen enthaltenen Luft, zum Theil von zahllosen in seinen Zellen angehäuften, stark lichtbrechenden Körnchen herrührt.

---

1) Cornelius, (»Beiträge zur näheren Kenntniss von *Periplaneta* [*Blatta*] *orientalis*, 1853«) fand, dass die Pulsationen des Herzens an einer frisch gehäuteten *Blatta* leicht zu beobachten seien. Sie wiederholten sich achtmal in der Minute; allein man muss dabei den beunruhigten Zustand des Thieres bedenken.

An jeder Seite des Körpers der *Blatta* finden sich zehn *Stigmen*, acht am Abdomen und zwei am Thorax. Die Letzteren liegen zwischen dem Prothorax und dem Mesothorax, über dem Ansatz der Hüften und unter den Terga. Die Abdominalstigmen liegen in dem weichen Integument, welches die Sterna und Terga der Somiten verbindet. Alle Stigmen liegen auf kegelförmigen, verdickten Erhebungen des Integuments. Diejenigen des Thorax sind die grössten; das vorderste Paar besitzt eine deutlich zweilippige Oeffnung; die Vorderlippe ist in der Mitte eingekerbt. Die Oeffnungen der Abdominalstigmen sind mehr oval und nach hinten gerichtet. Unmittelbar innerhalb jedes Stigmas ist der Tracheenstamm, in den dasselbe führt, mit einer Klappeneinrichtung versehen, durch welche der Eingang geschlossen und geöffnet werden kann.

Die grossen Tracheen, welche von diesen Stigmen entspringen, theilen sich unmittelbar und geben dorsale und ventrale Aeste ab; die Ersteren vereinigen sich an jeder Seite des Herzens in einer Reihe von Bögen, während an der ventralen Seite die Aeste durch Stämme, welche mit der Bauchganglienkette parallel laufen, unter einander verbunden sind. Vom vordersten Thoracalstigma treten grosse Tracheen durch den Hals in den Kopf, und im Abdomen werden die Eingeweide reichlich damit versorgt. Auch die Lappen des Fettkörpers sind sehr tracheenreich, und ebenso treten feine Stämme in die Substanz der Ganglien und Nerven ein und verzweigen sich dort. Die Tracheen begleiten endlich die Flügelnerven und vertheilen sich in grosser Menge in den Muskeln.

Das Nervensystem besteht aus den Oberschlundganglien (Fig. 108, A), die man gewöhnlich Gehirn nennt, und die durch dicke kurze Commissuren mit einer im Kopf gelegenen infraoesophagealen Ganglienmasse in Zusammenhang stehen; ferner aus drei Paaren grosser verschmolzener Ganglien in Thorax, einem für den Prothorax, einem für den Mesothorax und einem für den Metathorax; endlich aus sechs Paaren eng an einanderliegender kleinerer Ganglien im Abdomen und aus einem System von Eingeweide- oder Mundmagennerven. Die sieben Paare der Thorax- und Bauchganglien sind durch Doppelcommissuren verbunden. Beim Männchen sind die Commissuren, welche die Abdominalganglien verbinden, nicht gerade, sondern gekrümmt, wie um die möglichste Verlängerung des Abdomens zu gestatten. Die supraoesophagealen Ganglien geben von ihren vorderen seitlichen Ecken Nerven an die Antennen

ab, während die hinteren Ecken in die mächtigen Sehnerven ausgehen. Ueber dem Rande jedes Antennennerven findet sich ein rundliches Knötchen, welches in unmittelbarer Verbindung mit dem weisslichen Gegenstande steht, der durch das Fenster an der Innenseite der Antennengrube hindurch schimmert. Unter diesen Knötchen und nach innen vom Antennennerven geht die Wurzel des Eingeweidenervensystems ab. Jede Wurzel zieht eine kurze Strecke weit gerade aus, wendet sich dann nach innen und tritt in der Mittellinie in ein auf der Speiseröhre gelegenes herzförmiges Ganglion (Fig. 108, *c*). Von diesem tritt ein medianer Nerv hinten unter das Gehirn und in ein median gelegenes Ganglion ein, das jederseits mit zwei anderen (*e*, *e*) zusammen hängt. Die Fortsetzung des medianen Nervenstranges geht hinten an der Tergalwand des Oesophagus entlang und endet, wo dieser sich zum Kropf zu erweitern beginnt, in einem kleinen dreieckigen Ganglion (*g*), welches Seitenzweige abgiebt, die sich bis an den Kaumagen verfolgen lassen.

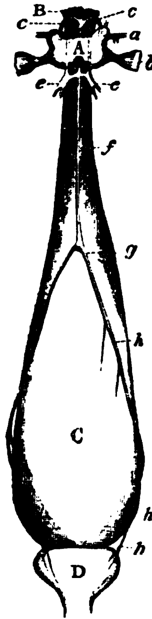


Fig. 108. — *Blatta orientalis.* — *A.* Gehirn mit den Antennen- (*a*) und Sehnerven (*b*); *c, e, f, g, h.* Mundmagennerven; *B.* Vorderende der Speiseröhre; *C.* Kropf; *D.* Kaumagen.

Die genaue Form und Anordnung der männlichen Geschlechtsorgane hat man erst neuerdings kennen gelernt. Der am meisten in die Augen fallende Theil derselben ist eine hutpilzförmige Drüse (Fig. 107, *t*), die aus einer grossen Anzahl kurzer, am Ende eines gleichfalls sehr kurzen Vas deferens sitzender Blindsäcke besteht. Dieselbe liegt im hintern Ende des Abdomens, über dem hintersten Abdominalganglion. Der Inhalt der Blindsäcke ist zähflüssig, körnig und gewöhnlich blendend weiss. Das vordere Ende des Vas deferens ist erweitert, und die Blindsäcke sind in zwei Gruppen angeordnet, von denen jederseits eine in die Erweiterung mündet. Auch der Inhalt des Vas deferens ist weiss und zähflüssig und besteht augenscheinlich zum grossen Theil aus dem Secret der Blindschläuche. Beim erwachsenen Männchen finden sich jedoch zahllose Spermatozoen mit geraden, stäbchenförmigen Köpfen dem Inhalt des Vas deferens und seiner Erweiterung beigemengt. An der sternalen Seite der pilzförmigen Drüse, zwischen dieser und dem letzten

Abdominalganglion, liegt eine Anhangsdrüse, bestehend aus gabelförmig gespaltenen rosenkranzförmigen, von einem Cylinderepithel ausgekleideten Schläuchen, die durch eine gemeinsame Hülle zu einer flachen länglichen Masse verbunden sind.

Da der Ausführungsgang des pilzförmigen Körpers beim ausgebildeten Männchen immer Spermatozoen enthält und man kein anderes Organ mit Spermatozoen finden konnte, so hat man diese Drüse natürlich für den Hoden gehalten. Neuerdings hat jedoch Rajewsky[1] nachgewiesen, dass die wahren Hoden in der Tergalregion des Abdomens liegen, und dass man sie bei jungen, noch flügellosen Männchen, allerdings von dem Fettkörper, der sie umhüllt, versteckt, finden kann. Er verfolgt den Ausführungsgang des Hodens bis an die erwähnten Drüsen. Beim erwachsenen Männchen atrophiren die Drüsen und sind unter den Massen des Fettkörpers kaum zu finden. Ich habe die Hoden bei jungen Männchen in der von Rajewsky angegebenen Lage gefunden. Sie bestehen aus zahlreichen ovalen oder birnförmigen Säcken, welche mit kurzen Stielen einem gemeinsamen Gange aufsitzen.

Die Eierstöcke (Fig. 109) sind zwei Gruppen von je acht Röhren, welche an jeder Seite der hintern Hälfte des Abdomens liegen. Die Ovarialschläuche oder *Ovariolen* jeder Gruppe stehen mit einem kurzen Eileiter in Verbindung, welcher sich bald mit dem der andern Körperhälfte in der Mittellinie vereinigt und durch die sehr kurze und weite Vagina nach aussen mündet. Die dünn auslaufenden Vorderenden der Ovariolen vereinigen sich jederseits zu einem langen Faden, der sich eine Strecke weit zwischen den Lappen des Fettkörpers hinein verfolgen lässt. Es ist ein Zellenstrang, der nichts weiter als ein Fortsatz des Mesoderm zu sein scheint. Die dünnen

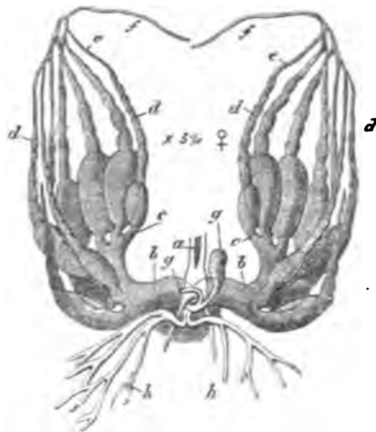


Fig. 109. — *Blatta orientalis.* — Weibliche Geschlechtsorgane: *a.* hinteres Abdominalganglion; *b.* Eileiter; *c, d, e.* Eierstocksröhren; *f.* Faden mit dem die Enden derselben zusammenhängen; *g.* Samentasche; *h.* Kittdrüsen.

[1] Hofmann und Schwalbe's »Jahresbericht« 1875. Die Originalabhandlung ist russisch und mir nicht zu Gesicht gekommen.

Enden der Ovariolen bestehen aus zahlreichen kernhaltigen Zellen, aus denen zum Theil die Eier entstehen, während andere als interstitielle Zellen bestehen bleiben und sich schliesslich in ein Epithel verwandeln. Die weiter nach hinten gelegenen Eier vergrössern sich und ordnen sich in einer Reihe an. Weiter nach unten bilden die Epithelzellen eine dicke Schicht um jedes Ei und tragen möglicher Weise zur Bildung der grossen Dottermasse bei, mit welcher jenes schliesslich ausgestattet erscheint. Nähert sich das Ei der Reife, so nimmt der Dotter erst eine fein-, dann eine grobkörnige Beschaffenheit an, und das bis dahin deutliche Keimbläschen mit seinem Keimfleck wird unsichtbar. Hinter der Vereinigung der Eileiter mit der Vagina und dem auf Letzterer liegenden hintersten Abdominalganglion befindet sich ein kleiner Sack mit einem langen Hals, von dem ein kurzer blindsackartiger Fortsatz entspringt. Dies ist die Samentasche (*Spermatheca*); sie besitzt eine Chitinauskleidung und eine Muskelhülle. Hinter ihr liegen zwei grosse verästelte schlauchförmige Anhangsdrüsen, welche wahrscheinlich die Substanz zur Bildung der Eischale liefern. Ihre vereinigten Ausführungsgänge münden hinter der Samentasche.

Die Eier werden zu sechzehn in starke Kapseln von horniger Beschaffenheit eingeschlossen, die etwa die Gestalt eines Cigarren-Etuis haben und einen Längsspalt besitzen, dessen aufgeworfene und gesägte Ränder dicht aneinander liegen. Durch diesen Spalt kriecht das fertige Junge aus. Die Eier erreichen eine Länge von vier Millimeter. Jedes besitzt eine eigene dünne, doch zähe bräunliche Schale, deren Oberfläche durch kleine sechseckige Wärzchen hübsch verziert erscheint. Die Eier sind in zwei Reihen angeordnet; jede Reihe nimmt eine Hälfte der Kapsel ein. Die Eier sind, indem sie sich der Form der Kapsel anpassen, aussen convex und innen concav; daher bleibt, obwohl ihre Enden sich berühren, zwischen beiden Reihen ein mittlerer freier Raum. Die Sternalfläche des Embryos liegt an der inneren concaven Fläche des Eies. Das Weibchen trägt die Eikapseln etwa eine Woche oder länger mit sich umher, bevor sie dieselben ablegt.

Die Jungen verlassen die Eier als kleine lebhafte, abgesehen von den grossen dunklen Augen, farblose Insecten. Ehe sie ausschlüpfen, bekommen sie Augen, Antennen, Mundwerkzeuge, Beine und kurze Cerci, welche sich nur in Einzelheiten von denen der erwachsenen *Blatta* unterscheiden, in welche die Larve sich unter

mehrmaligen Häutungen umbildet. Nach CORNELIUS (a. a. O. S. 29) macht die Schabe sieben Häutungen durch, die erste unmittelbar, nachdem sie aus dem Ei gekrochen, die zweite einen Monat später. Nach der zweiten Häutung wirft das Thier seine Haut nur mehr einmal im Jahre ab, so dass es also seinen erwachsenen Zustand erst im fünften Sommer erlangt. Die Chitincuticula spaltet, bevor sie abgeworfen wird, längs der Mittellinie der Tergalseite des Kopfes, Thorax und Abdomens.

Man sagt daher, die Schabe sei ein Insect ohne Metamorphose; denn obwohl das Männchen später Flügel erhält und so eine sehr merkliche Verwandlung aus einem blos laufenden zu einem solchen wird, das jedenfalls die Fähigkeit zum Fliegen besitzt, so findet sich im Leben der Schabe doch keine Periode, in welcher die Larve in einen Ruhezustand träte, während dessen sie keine Nahrung zu sich nimmt, und in dessen Verlaufe sich ihre Flügel entwickeln. Mit andern Worten, die Schabe durchläuft kein »Puppenstadium«, in welches das Insect als Larve eintritt, und aus dem es als Imago hervorgeht, so wie es Allen aus der Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge bekannt ist. Der Ausdruck *Metamorphose* wird in seinem technischen entomologischen Sinne nur für diejenige Reihe von Umwandlungen angewandt, bei welchen ein bestimmter Puppenzustand das Mittelglied bildet.

Offenbar ist eine Metamorphose in diesem Sinne eine secundäre Complication, die zu dem directen und allmählichen Entwickelungs-Vorgang, wie er bei den Schaben und ähnlichen Insecten stattfindet, hinzugetreten ist[1]; und die *Metabola*, wie man die Insecten mit Metamorphose nennt, sind augenscheinlich in dieser Hinsicht weiter differenzirt, als die *Ametabola* oder die Insecten ohne Metamorphose. Ferner sind innerhalb dieser beiden Abtheilungen offenbar die Formen, welche niemals Flügel besitzen, weniger differenzirt oder repräsentiren mehr embryonale Verhältnisse, als die geflügelten. Endlich sind die Insecten, deren Mundwerkzeuge gewöhnliche Gnathiten sind, minder differenzirt, als solche, bei denen diese nach Form und Function verändert oder verschmolzen sind. Die Insecten, welche in dieser Hinsicht die niedrigste Stellung innerhalb der

1) LUBBOCK hat nachgewiesen, dass das junge *Chloëon* (*Ephemera*) *dimidiatum* über zwanzig Häutungen durchmacht, die jede mit einer geringen Gestaltveränderung verbunden sind, bis es den ausgebildeten Zustand erreicht (Transactions of the Linnean Society, 1863).

Gruppe einnehmen, sind die *Collembolen* und *Thysanuren*, die *Mallophagen* und die *Pediculinen*, da sie weder Spuren von Flügeln besitzen noch eine Metamorphose durchmachen. Die *Collembolen* und *Thysanuren* durchlaufen keine Metamorphose und sind immer ungeflügelt. Das Abdomen besteht bei den *Collembolen* (*Podura*, *Smynthurus*, *Tomoceros*) aus nur sechs Segmenten; der Mund ist gewöhnlich mit Mandibeln und Maxillen versehen, welche, statt an den Seiten des Kopfes eingelenkt zu sein, nach innen zurückgezogen werden können.[1]) Bei der Gattung *Anoma* ist ein Saugmund vorhanden.

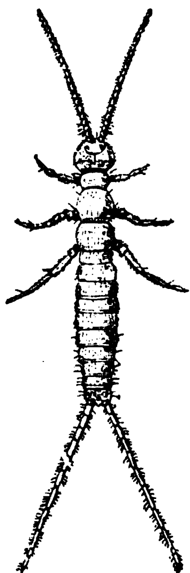


Fig. 110. — *Campodea staphylinus*, ein Thysanur (nach Lubbock).

Die *Thysanuren* (*Lepisma*, *Campodea*, *Japyx*) haben Aehnlichkeit mit jungen *Blattae*. Sie besitzen zehn wohlausgebildete Abdominalsomiten (*Campodea*, Fig. 110) und Gnathiten in Mandibelform. Bei *Machetes* trägt jedes Segment des Abdomens mit Ausnahme des ersten ein Paar länglicher cylindrischer Anhänge; *Campodea* und *Japyx* besitzen sieben Paar solcher Abdominalanhänge.[2])

Die *Collembolen* sind mit einem eigenthümlichen Rohr oder Saugapparat versehen, das am Sternum des ersten Abdominalsomits angebracht ist und die Mündung einer Drüse trägt, welche eine zähflüssige Masse absondert. Die meisten der zu dieser Gruppe gehörenden Insecten besitzen ausserdem eine eigenthümlich gebaute »Springgabel« an der Sternalregion des vorletzten oder drittletzten Abdominalsomits, mit Hülfe deren sie ihre mächtigen Sprünge vollführen. Lubbock konnte bei den *Collembolen*, mit Ausnahme von *Smynthurus*, nirgends eine Spur von Tracheen finden, obwohl dieselben bei vielen *Thysanuren* leicht zu sehen sind. Nach demselben Verfasser besitzt *Lepisma* vier Malpighische Gefässe, während *Campodea*, *Japyx* und viele *Collembolen* keine besitzen.

Die *Mallophagen* leben als Parasiten an den Haaren und Federn von Säugethieren und Vögeln. Ihr Kopf und Leib ist deprimirt, die

---

1) Lubbock, »Monograph of the Collembola and Thysanura«, p. 37.

2) Das Myriapod *Scolopendrilla* hat an jedem Segment neben den Beinen ähnliche Anhänge (Lubbock, a. a. O.).

Augen einfach, die Gnathiten Kauwerkzeuge. Das Abdomen hat neun oder zehn sichtbare Segmente.

Die *Pediculinen* oder Läuse leben vom Blut der Säugethiere, an denen sie schmarotzen. Dementsprechend sind ihre Mundwerkzeuge in einen Bohr- und Saugapparat umgewandelt. An der Unterseite des Kopfes liegt ein äusserlich mit feinen Hornhäkchen ausgestatteter weicher vorstossbarer Rüssel, der von einem in den Oesophagus führenden Canal durchbohrt ist. Im Innern des Rüssels befinden sich zwei mit einer Rinne versehene Chitingriffel, welche mit ihrer concaven Seite an einander liegen, und innerhalb der so gebildeten Scheide liegen zwei spitzige Chitinborsten, welche in der Scheide auf und ab bewegt werden können.[1]

Der Rüssel entsteht aller Wahrscheinlichkeit nach durch Verschmelzung der Oberlippe und des zweiten Maxillenpaares, während die beiden Hälften der hornigen Scheide die Mandibeln und die Borsten die ersten Maxillen sind. Prothorax, Metathorax und Mesothorax sind kaum zu unterscheiden, und das Abdomen besitzt neun sichtbare Segmente.

Die *Orthopteren* (Fig. 111) und die *Hemipteren* (Fig. 112) gehören zu den *Ametabolen*. Die Mehrzahl besitzt im ausgebildeten Zustande zwei Paar ähnlicher oder mehr oder minder unähnlicher Flügel, und bei den flügellosen Formen sind die Flügel wahrscheinlich verkümmert, nicht typisch abwesend.

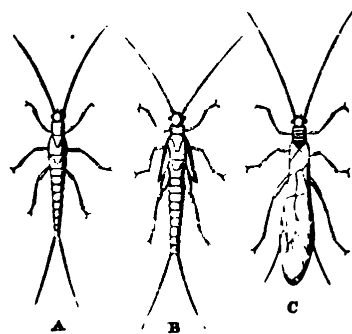


Fig. 111. — *Perla nigra*. — A. die im Wasser lebende flügellose Larve. B. Eine der Uebergangsstufen zwischen dieser und dem ausgebildeten Insect C. (»Règne animal«.)

Bei den *Orthopteren* (den Termiten, Schaben, Heuschrecken, Heimchen, Eintagsfliegen, Libellen und Ohrwürmern) sind die Mundwerkzeuge nach demselben Plane wie bei *Blatta* gebaut; die *Physopoden* aber oder *Thysanopteren* (*Thrips* und Verwandte), kleine geflügelte Insecten, welche namentlich auf Blumen leben, bieten eine Modification dar, welche den Uebergang zum *Hemipteren*-Mund bildet (Gerstfeldt, a. a. O.). Dort ist ein durch

---

1) Gerstfeldt, »Ueber die Mundtheile der saugenden Insecten«. 1853.

Verschmelzung der Oberlippe mit dem Labium entstandener, nach hinten gerichteter Rüssel vorhanden. Das Labium ist mit, wenn auch oft nur sehr kleinen Tastern ausgestattet. Die Maxillen tragen gleichfalls Taster und sind an ihrer Basis mit dem Labium verwachsen. Die Mandibeln sind vom Rüssel umschlossene griffelförmige Borsten.

Fig. 112. — *Aphis pelargonii.* Flügellose agamogenetische Form.

Bei den *Hemipteren* [1], welche sämmtlich Thierblut oder Pflanzensäfte saugen (Wanzen, Blattläuse, Cicaden), können Flügel vorhanden sein oder fehlen. Die Augen sind gewöhnlich zusammengesetzt. Die Zahl der Abdominalsomiten kann bis auf sechs reducirt sein. Die Gnathiten sind zu einem Bohr- und Saugapparat umgebildet, welcher in mancher Hinsicht dem der *Pediculinen* ähnlich ist. Es ist eine gewöhnlich scharfe und spitzige Oberlippe vorhanden, während die Mandibeln und Maxillen nur noch Höckerchen sind, an denen vier lange, spitzige Chitingriffel sitzen. Das Labium ist gewöhnlich durch einen medianen gegliederten, fleischigen, länglichen Körper vertreten, dessen Vorderfläche mit einer Längsfurche zur Aufnahme der Mandibeln und Maxillen versehen ist. Weder Maxillen noch Labium sind mit Tastern versehen.

In der Reihe der ametabolen Insecten befinden sich also einige mit kauenden und andere mit saugenden Mundwerkzeugen. Es ist keineswegs klar, ob die Gnathiten des Saugmundes der *Hemipteren* als Umbildungen der Kaugnathiten vom *Orthopteren*-Typus zu betrachten sind. Der Mangel der Taster ist eine sehr bedeutsame Thatsache, welche den Gedanken nahe legt, dass der Hemipterenmund das Endergebniss einer Reihe von Umbildungen darstellt, deren Anfang wir bei den *Myriapoden* zu suchen haben.

1) Einige Autoren vereinigen die *Mallophagen* und die *Pediculinen* mit den *Hemipteren*.

Die metabolen *Coleopteren* oder Käfer (Fig. 113) besitzen kauende Mundwerkzeuge von demselben allgemeinen Typus wie die *Orthopteren*, mit denen sie durch die Ohrwürmer verbunden sind. Die beiden Bestandtheile des Labiums sind jedoch vollständiger verschmolzen als bei den *Orthopteren*. Gewöhnlich sind zwei Paar Flügel vorhanden, von denen das vordere in starre hornige Flügeldecken verwandelt ist. Diese Letzteren nehmen keinen Theil am Flugacte, sondern dienen zur Bedeckung der Metathoracalflügel, welche in Ruhezustand zusammengefaltet unter ihnen liegen. Die Zahl der sichtbaren Somiten des Abdomens ist oft stark reducirt. Bei den metabolen *Neuropteren* (Ameisenlöwen, Phryganiden, Scorpionfliegen), bei denen zum Theil die Larven während des Puppenstadiums mehr oder minder beweglich sind, sind die Mundtheile grössten Theils denen der *Orthopteren* sehr ähnlich.

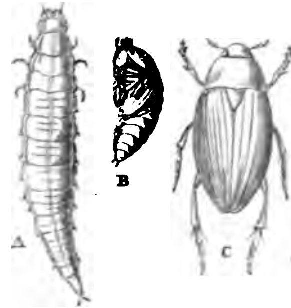


Fig. 113. — *Hydrophilus piceus*. — A. Larve. B. Puppe. C. Imago. (»Règne Animal«.)

Bei zwei Gruppen von *Neuropteren* besteht indessen ein Saugmund. So ist bei den *Trichopteren* oder Frühlingsfliegen die Oberlippe langgestreckt und hinten mit einer Rinne versehen; die Mandibeln sind verkümmert, die Basen aller übrigen Gnathiten verwachsen, und das Labium ist ein löffelförmiger Körper. Bei den Scorpionfliegen (*Panorpinen*) ist ein vorn von dem verlängerten Clypeus und Labrum und hinten von den verwachsenen Maxillen gebildeter Rüssel vorhanden. Die Mandibeln sind klein und die Maxillen stark verlängert. Wie gewöhnlich sind vier Taster vorhanden. Die *Neuropteren* besitzen zwei Paar Flügel von zarter netzförmiger Structur. Die Metathoracalflügel können einfaltbar sein oder nicht.

Eine weitere Entwicklung dieses Mundtypus stellen die *Lepidopteren* oder Schmetterlinge dar. Hier sind die Oberlippe und die Mandibeln verkümmert und an Stelle des Labiums nur eine dreieckige Platte mit zwei grossen Tastern vorhanden. Andererseits sind die Maxillen, deren Taster innen sehr klein sind, oft ungeheuer verlängert und mit ihrer rinnenförmigen Innenfläche an einander gelegt, so dass sie einen Saugrüssel bilden (Fig. 114, 115). Die ein-

ander ähnlichen und mit feinen Schüppchen bedeckten Flügel fehlen selten. Beide Paare werden beim Fluge gebraucht.

Bei den metabolen *Dipteren* (Fliegen und Flöhen, Fig. 116) ist der Mund nach demselben Typus wie bei den *Hemipteren* gebaut, was die Verwandlung des Labiums in ein Saugorgan anbetrifft; aber gewöhnlich ist die Umbildung der Gnathiten noch weiter gegangen, und die Maxillen besitzen Taster. So ist bei den Flöhen, welche an Säugethieren und Vögeln schmarotzen, der als Oberlippe anzusprechende Theil ein länglicher dünner Griffel, der zwischen den beiden verlängerten Mandibeln liegt. Die ersten Maxillen sind breite dreieckige Platten, jede mit einem viergliedrigen Taster. Die zweiten Maxillen (Labium) sind durch eine kurze mediane Lamelle vertreten, welche den Mund hinten begrenzt und zwei lange, wie Messerklingen aussehende, unvollständig in vier Glieder getheilte Taster trägt. Die drei Somiten des Thorax sind getrennt; davon tragen die beiden hinteren blattartige Anhänge, welche möglicher Weise Flügel darstellen. Das Abdomen besteht aus zehn Somiten.[1])

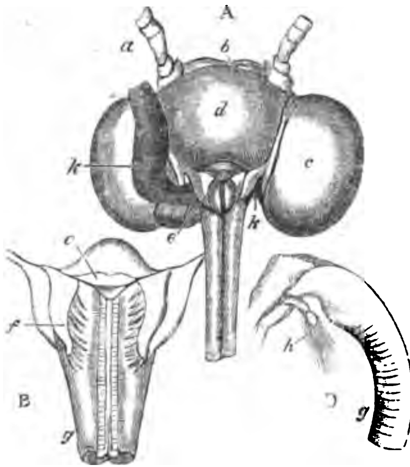


Fig. 114. — Kopf A, und Mundtheile B, C. von *Sphinx ligustri*. — *a*. Antenne; *b*. Epicranium; *c*. Cornea; *d*. Clypeus posterior; *e*. Oberlippe; *f*. Mandibel; *g*. Maxille; *h*. Maxillartaster; *k*. Labialtaster. B. Basis der Maxillen mit den Mandibeln und der Oberlippe. C. Seitenansicht derselben. (Nach Newport.)

Bei den ganz oder fast flügellosen und an Säugethieren, Vögeln und Bienen schmarotzenden, als *Pupiparen* bekannten *Dipteren* umhüllt ein Ringwall oder kurzer Rüssel die andern Mundwerkzeuge. Dies sind erstens zwei seitliche vorstossbare Hornplatten, zweitens eine vordere und eine hintere Borste, von denen die Letztere dicker und vorn mit einer Längsfurche versehen ist. Dazwischen steht eine unpaare feine Borste. Nach Gerstfeldts Meinung entspricht die Letztere dem Hypopharynx, das zweite Paar der Oberlippe und den

1) L. Landois, »Anatomie des Hundeflohes«, 1866.

zweiten Maxillen und das erste Paar den ersten Maxillen; Mandibeln wären nicht verhanden.

Die gewöhnlichen *Dipteren*, welche ein am Mesothorax sitzendes functionirendes Flügelpaar besitzen, gleichen den *Hemipteren* darin, dass sie einen in der Regel fleischigen, oft am Ende angeschwollenen, durch Verwachsung der zweiten Maxillen gebildeten Rüssel besitzen. Wie bei den *Hemipteren* ist auch die Oberlippe eine mehr oder minder verlängerte spitzige Platte, und die Mandibeln und die Maxillen sind gewöhnlich mit schneidenden Chitinborsten besetzt (Fig. 117). Allein die Basen dieser Theile sind beständig mit einander verwachsen. Es ist ein Paar Kiefertaster vorhanden und oft ein medianes, mehr oder weniger griffelförmiges Gebilde, das gewöhnlich als Hypopharynx betrachtet wird. Es ist indessen zweifelhaft, ob es nicht durch Verwachsung der Enden der Maxillen entsteht. Bei der Stubenfliege verwachsen Oberlippe, Mandibeln und Maxillen an ihrem Ursprung zur Bildung der Basis des Rüssels, welcher hauptsächlich aus den verschmolzenen zweiten Maxillen besteht. Ueber seine mit einer Längs-



Fig. 115. — *Vanessa atalanta.* — Innere oder concave Fläche des apicalen Abschnittes der rechten Maxille; *a.* Quermuskeln; *b.* Canal; *c.* Papillen; *d.* Haken zur Verbindung der beiden Maxillen.

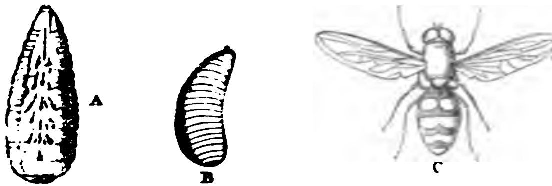


Fig. 116. — *Syrphus ribesii.* — A. Larve. B. Puppe. C. Imago. (»Règne Animal.«)

furche versehene Vorderfläche ragt die verlängerte griffelförmige Oberlippe hervor. Die Mundwerkzeuge bieten hier fast den äussersten Grad in der Umbildung des stechenden und saugenden Mundtypus dar.

Bei den metabolen *Hymenopteren* endlich mit gewöhnlich zwei Paaren netzförmiger, schuppenloser Flügel finden wir eine Reihe von Umbildungen von dem wesentlich kauenden Munde der Ameisen zu dem zum Theil kauenden, zum Theil saugenden Munde, wie wir ihn

bei den Bienen treffen. Bei den Letzteren (Fig. 118) ist die Oberlippe klein; unter ihr ragt ein medianer fleischiger Lappen — der *Epipharynx* — über die enge Mundöffnung hervor. Die Mandibeln sind stark mit breiten, fast löffelförmigen Enden. Der Theil der Maxille, welcher der Lacinia bei *Blatta* zu entsprechen scheint, ist wie eine Messerklinge gestaltet und bewegt sich um den kräftigen Stipes, wie die Klinge eines Taschenmessers am Heft. Am Ende des Stipes sitzt der kurze, fast rudimentäre Taster. Die Angeln sind lang und dünn und liefern ein Charniergelenk, durch das die Maxillen und das Labium wie ein Wagentritt unter dem Kopf zusammengeklappt werden können. Das Kinn (*Mentum*) ist gross, die Lippentaster lang und dünn. Ferner sind zwei grosse Paraglossen vorhanden, und zwischen diesen ragt ein medianes, geringeltes, borstiges, cylindrisches Organ hervor, das entweder der Lingua entspricht oder eine selbständige Verlängerung der Ligula ist. Functionell ist dies Organ die Zunge, mit der die Biene den Honig aufleckt. Die Mandibeln und Maxillen dienen als Schneide- und Modellirgeräthe, scheinen dagegen mit dem eigentlichen Kaugeschäft nichts zu thun zu haben.

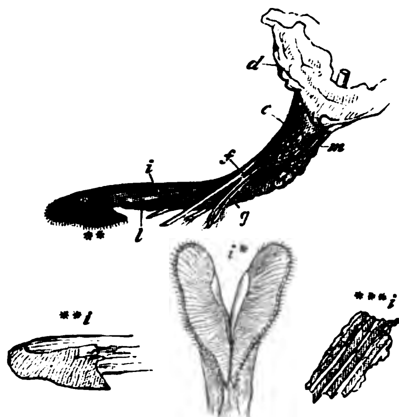


Fig. 117. — *Eristalis floreus*. — *d*. Vorderfläche des Kopfes; *e*, Oberlippe; *f*. Mandibel; *g*. Maxille mit ihrem Taster; *i*. Labium; *i**. Ende des Labiums für sich und stärker vergrössert; *i***. Innenfläche der Paraglossen; *i****. die Haarreihen an der Innenfläche derselben; *l*. Ligula; *m*. Cardo und Submentum. (Nach NEWPORT.)

Bei einigen Insecten, so bei den Eintagsfliegen, welche im ausgebildeten Zustande keine Nahrung zu sich nehmen, sind die Gnathiten und der Mund verkümmert.

Die Entwickelung der einzelnen Abtheilungen des Darmcanals ist sehr verschieden. Sehr allgemein sind Speicheldrüsen vorhanden. Bei vielen saugenden Insecten ist der Kropf ein Sack, der mit einem langen Gange in die Speiseröhre mündet. Ein besonderer, mit Chitinleisten versehener Kaumagen kann vorhanden sein oder fehlen. Der Chylusmagen scheint nie eine innere Cuticula zu besitzen. Er kann ohne Blindsäcke oder in seiner ganzen Ausdehnung mit kurzen Blindsäcken besetzt sein. Die Zahl der Malpiphischen Gefässe, welche

manchmal verästelt sind, schwankt zwischen zwei und einer Menge. In vielen Fällen hat man in ihnen Harnsäure nachgewiesen; dagegen hat man darin noch keine Gallenstoffe gefunden. Am Ende des Rectums sitzen häufig Analdrüsen, welche eine ätzende oder stinkende

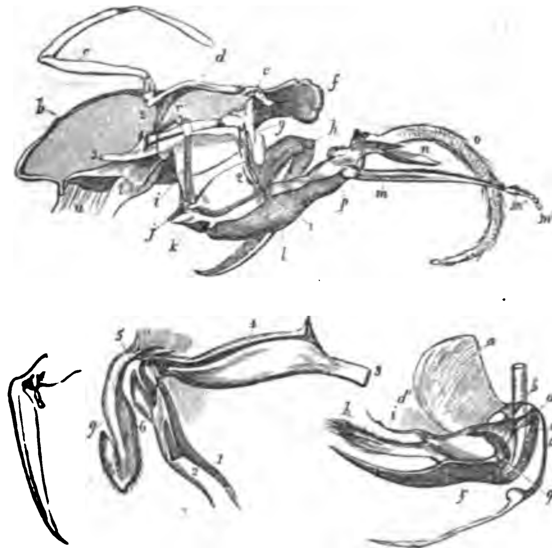


Fig. 118. — (Obere Figur.) Längs durchschnittener Kopf von *Bombus*. *b*. Ocellus; *c*. Antenne; *d*. Clypeus; *e*. Oberlippe; *f*. Mandibel; *g*. Epipharynx; *h*. Maxille; *i*. Cardo; *j*, *k*, *l*. Submentum und Mentum; *m*, *m'*. Labialtaster; *n*. Paraglossa; *o*. Zunge oder medianer Fortsatz der Ligula; *u*. Hinterhauptsloch; 1, 2. Skleriten des Hypopharynx.

(Linke untere Figur.) Endabschnitt einer Maxille.

(Mittlere untere Figur.) Epipharynx und Hypopharynx vergrössert: 1, 2. Skleriten des Hypopharynx; 3. abgeschnittenes Ende des Oesophagus; 4, 5. Skleriten in der Wand des Oesophagus und den Seiten des Mundes; 6. lippenartiger Vorsprung des Hypopharynx; *g*. Epipharynx.

(Rechte untere Figur.) *a*. Quadratisches Sklerit, das durch ein dreieckiges Stück mit *c*., einer der Stechborsten des Stachels, zusammenhängt; *b*. Ausführungsgang der Giftdrüse; *f*. mit einer Rinne versehenes medianes Stück, an dem sich die Stechborsten bewegen; *h*. eines der seitlichen borstigen, tasterförmigen Scheidenstücke; *g*. Geschlechtsöffnung.

Flüssigkeit absondern können. Bei einigen Larven (*Myrmecoleo*, *Dytiscus*) ist keine eigentliche mediane Mundöffnung vorhanden, sondern Canäle, welche an den Enden der Mandibeln münden, führen in den Oesophagus. Bei den Larven vieler *Hymenopteren*, von *Myrmecoleo* und der *Pupiparen* hat der Darmcanal keine hintere Oeffnung. Die Speicheldrüsen sondern die Seide ab, mit der die *Lepidopteren*-Larven sich einspinnen, während bei *Myrmecoleo* und den *Hemerobiden* die Seide vom Rectum geliefert wird.

Das Gift der *Hymenopteren* ist eine stark mit Ameisensäure imprägnirte Flüssigkeit, welche von einer besondern Drüse abgesondert

und in einem mit dem Stachel zusammenhängenden Behälter gesammelt wird.

Bei vielen geflügelten Insecten sind beide Flügelpaare entwickelt und nehmen gleichmässig am Fluge Theil (*Hymenopteren*, *Lepidopteren*, *Neuropteren*). Bei den *Coleopteren* ist das vordere Paar in hornige Flügeldecken (*elytra*) verwandelt, und das hintere viel grössere und während der Ruhe des Insects zusammengeschlagene Paar dient zum Fliegen. Bei den *Dipteren* sind die Hinterflügel nur durch kurze Kölbchen, die *Halteren*, vertreten. Bei den *Strepsipteren* verkümmert andrerseits das vordere Paar. In allen Ordnungen von geflügelten Insecten kommen einzelne Fälle von vollständiger Verkümmerung der Flügel entweder nur beim Weibchen oder bei beiden Geschlechtern vor.

Die hintersten Abdominalsomiten erfahren oftmals umfassende Umgestaltungen. Sie können klein und in die vordern Somiten zurückgezogen sein oder mehr oder minder vollständig verkümmern. Bei vielen Insecten verwandeln sich Fortsätze in der Genitalregion des Weibchens, die den Gonapophysen der *Blatta* entsprechen, in Organe, welche bei der Ablage der Eier mitwirken und »Legeröhren«, (*Ovipositores*) heissen. Die Sägen der Holzwespen und die Stacheln anderer *Hymenopteren* sind als besonders umgestaltete Legeröhren zu betrachten. Die eingehenden, gedankenreichen Untersuchungen von Lacaze-Duthiers [1]) führten ihn zu dem Schlusse, dass alle diese Organe nach einem gemeinsamen Plane gebaut seien: sie entwickeln sich aus dem Somit des Abdomens, das unmittelbar hinter der Oeffnung der Vulva liegt; diese Oeffnung liegt immer zwischen dem achten und neunten Somit, also durch drei Somiten (das neunte, zehnte und elfte) vom After getrennt.

Nach Lacaze-Duthiers besteht bei den mit einer Legeröhre, einer Säge oder einem Stachel versehenen Insecten das neunte Somit immer aus einem unpaaren medianen tergalen Sklerit, dessen untere Winkel mit zwei kleinen, mehr oder minder dreieckigen Stücken verbunden sind, welche einen langen griffelförmigen Anhang tragen. Ferner ist ein unpaares sternales Sklerit vorhanden, das den wichtigsten Theil des Bohrapparates bildet; mit den Seitenecken dieses Stückes hängen zwei kleine Skleriten zusammen, und zwei weitere

---

1) H. Lacaze-Duthiers, »Recherches sur l'armure génitale femelle des Insectes.« — Annales des sciences naturelles, 1849—1853.

längliche Skleriten bilden eine klappenartige Scheide. So ist nach Lacaze-Duthiers' Ansicht im Stachel der Hummel (*Bombus*, Fig. 118) *h* eines der länglichen lateralen Sternalskleriten, das mit dem gegenüberliegenden eine Scheide für den übrigen Apparat bildet; *f* ist das mediane Sternalsklerit; es ist spitzig und an seiner sternalen Fläche mit einer Rinne versehen, während *c*, eine der Stechborsten, ein Fortsatz der tergalen Hälfte des Somits ist. Jede Stechborste ist scharf und schmal und ihre tergale Kante passt auf den Rand der Rinne des medianen Griffels, so dass sie darauf hin- und hergleiten kann. Die sternalen Kanten der beiden Stechborsten berühren sich in der Mittellinie und umschliessen zusammen mit dem medianen sternalen Stück einen Canal, der zur Fortleitung des Secrets der Giftdrüse in die vom Stachel gemachte Wunde dient. Beim Stechen dient das mediane Stück als eine Art Leitschiene für die beiden Stechborsten.

Aus neueren Untersuchungen über die Entwickelung der Stachel und Legeröhren, [1]) z. B. des Stachels der Honigbiene und der Wespe und der Legeröhre einer Ichneumonide (*Cryptus migrator*) geht jedoch hervor, dass, während das mediane mit der Rinne versehene Stück und die beiden Scheidenstücke aus Papillen entstehen, welche sich an der Sternalfläche des neunten Abdominalsomits der Larve entwickeln, die Stechborsten das Ergebniss der Umwandlung von Papillen ist, welche an der Sternalfläche des achten Somits sitzen; und diese Papillen haben solche Aehnlichkeit mit denjenigen, aus welchen sich die Gliedmassen entwickeln, dass es, gering gesagt, wahrscheinlich wird, dass sie echte Anhänge der betreffenden Somiten sind, und nicht blos Modificationen der Skleriten der Körperwand, wie Lacaze-Duthiers annahm. In ähnlicher Weise hat die Entwicklung der Legeröhre von *Locusta viridissima* ergeben, dass von den drei Stücken, aus denen jede Hälfte derselben besteht, zwei sich aus dem Sternum des neunten und eines aus dem des achten Somits entwickeln. Allein die beiden medianen Stücke des neunten Somits verbinden sich nicht zur Bildung eines unpaaren, unten mit einer Rinne versehenen Stückes, wie bei dem Stachel oder der Lege-

1) Kraepelin, »Untersuchungen über den Bau, den Mechanismus und die Entwickelungsgeschichte des Stachels der bienenartigen Thiere«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXIII. S. 289; Dewitz, »Ueber Bau und Entwickelung des Stachels und der Legescheide«. — Ebenda, Bd. XXV. S. 174. Siehe ferner die Beobachtungen von Packard, »On the development and position of the Hymenoptera«, 1866.

röhre der *Hymenopteren*. Beobachtungen, welche ich über die Entwicklung der Gonapophysen von *Blatta* angestellt habe, führen mich zu dem Schlusse, dass auch hier das hintere gespaltene Paar sich aus dem neunten, das vordere krumme aus dem achten Somit entwickelt. In diesem Falle würde das Letztere den Stechborsten des Bienenstachels homolog sein.

Danach kann wol kein Zweifel darüberbestehen, dasshinsichtlich der allgemeinen Einheit des Planes der Legeröhren und Stachel die Ansicht von LACAZE-DUTHIERS modificirt werden muss. Man muss zugeben, dass diese Apparate dem achten und neunten Somit angehören, nicht dem neunten allein, und ferner, dass man Grund hat, zu vermuthen, dass ihre Hauptbestandtheile modificirte Gliedmassen sind.

Die männlichen Begattungsorgane [1]) sind oft sehr complicirt und ihre Homologien noch nicht ganz festgestellt. KRAEPELIN (a. a. O.) hat die Entwickelung dieser Theile bei der Drohne und die Modificationen bei Zwitterbienen untersucht und ist dabei zu dem Ergebniss gekommen, dass sie sich aus dem achten und neunten Abdominalsomit entwickeln, also den Theilen des Stachels beim Weibchen homolog sind. Bei der männlichen *Blatta* gehört der männliche Begattungsapparat jedoch offenbar einem weiter nach hinten gelegenen Somit an, als an dem sich die weiblichen Gonapophysen entwickeln.

Das Herz hat gewöhnlich die Gestalt eines abgeplatteten Rohres, das an seinem Hinterende geschlossen ist, vorn aber sich in die Aorta fortsetzt, die man bis an die Gehirnganglien verfolgen kann, ohne dass sie Aeste abzugeben schiene. An den Seiten des Rohres befinden sich schlitzförmige Oeffnungen (*Ostia*), deren Zahl zwischen zwei und neun Paaren schwankt; wenn mehrere Paare vorhanden sind, entspricht jedes einem Somit des Abdomens. Die Ränder der Ostien können einfach sein oder nach innen in Falten ausgehen, welche das Herz an seinem Platze festhalten. Die Flügelmuskeln, welche bei den meisten Insecten fächerförmig sind und paarweise einander gegenüber an jeder Seite des Herzens liegen, verbinden sich entweder in der Mittellinie oder setzen sich an eine Art Fascie an der sternalen Seite des Herzens an, ohne das Organ zu berühren.

---

1) Die männlichen *Libelluliden* besitzen einen eigenthümlichen Begattungsapparat auf dem Sternum des zweiten Abdominalsomits. Die Geschlechtsöffnung hat die gewöhnliche Lage; vor der Begattung muss daher das Männchen das Ende seines Abdomens nach oben schlagen, um diesen Apparat mit Spermatozoen zu laden.

Die zwischen der Pericardialhöhle und der allgemeinen Abdominalhöhle so gebildete Scheidewand ist von GRABER[1], das *Pericardialseptum* genannt worden. Nach ihren anatomischen Beziehungen haben demnach die Flügelmuskeln mit der Diastole des Herzens nichts zu schaffen, und die Pulsationen desselben gehen ebenso gut vor sich, wenn man auch die Flügelmuskeln durchschnitten hat. GRABER spricht die sehr wahrscheinliche Vermuthung aus, dass durch die Contractionen der Flügelmuskeln das Pericardialseptum mehr gegen die Körperachse gerückt und so die Pericardialhöhle erweitert werde, infolge dessen der Zufluss des Blutes zu den Ostien des Herzens erleichtert werde. Derselbe Forscher schreibt den zahlreichen Tracheen, welche sich in der Wand des Pericards verbreiten und ohne Zweifel die Lüftung des zurückkehrenden Blutes erleichtern müssen, eine besondere respiratorische Function zu.

Bei vielen Insecten liegt eine mit Quermuskeln versehene Scheidewand am Bauchstrange und trennt einen ventralen Blutsinus, in dem der Strang liegt, von der Abdominalhöhle. Der Sinus ist vorn offen, und da die Muskeln des Septums sich rhythmisch von vorn nach hinten contrahiren, so treiben sie das in den Sinus eintretende Blut nach dem Hinterende des Körpers.

Beim Athmungssystem der Insecten hat man eine Schwankung in der Zahl der Stigmen von einem bis zu zehn Paaren beobachtet. In der Regel finden sich keine am Kopfe[2] oder zwischen dem Kopf und dem ersten Thoracalsomit, und gewöhnlich fehlen sie auch den Endsomiten des Abdomens. Eine sehr häufige Zahl ist neun Paare: das erste liegt dann zwischen Mesothorax und Metathorax, die übrigen zwischen je zwei folgenden Somiten. Bei den *Libelluliden* und *Ephemeriden* finden sich nur zwei Stigmenpaare, beide am Thorax. Bei *Nepa* und *Ranatra* ist ausser den Thoracalstigmen nur noch ein Paar am Abdomen vorhanden, und bei den Larven von *Tipuliden* und *Hydrophilus* sind die Stigmen auf ein am Ende des Abdomens gelegenes Paar reducirt. Die Stigmenöffnungen liegen gewöhnlich an den Seiten des Abdomens, bei einigen *Coleopteren* (z. B. *Dytiscus*) dagegen dorsal und bei vielen *Hemipteren* an der ventralen Seite

1 V. GRABER, »Ueber den propulsatorischen Apparat der Insecten«. — Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. IX; »Ueber den pulsirenden Bauchsinus der Insecten. — Ebenda, Bd. XII.

2) LUBBOCK fand die beiden Athemöffnungen von *Smynthurus* an der Unterseite des Kopfes, unmittelbar unter den Antennen.

jenes Körperabschnittes. Entweder die Lippen der Stigmenöffnungen selbst oder die Wandungen des davon ausgehenden Tracheenstammes sind so angeordnet, dass sie einen Verschlussapparat bilden, der mit einem Muskel versehen ist, durch dessen Contraction die Verbindung mit der äussern Luft abgeschlossen werden kann. Dieser schon vor langer Zeit bei gewissen Insecten von Strauss-Dürckheim, Newport, Burmeister, Siebold u. A. beschriebene Verschlussapparat ist neuerdings von Landois und Thelen[1]) speciell untersucht worden, nach deren Beschreibung er gewöhnlich aus vier wesentlichen Theilen besteht, dem »Verschlussbügel«, dem »Verschlussband«, dem »Verschlusshebel« und dem Muskel. Der Bügel ist eine Verdickung der einen Hälfte des Umfanges der Chitinauskleidung. Das Verschlussband wird von der andern Hälfte des Umfanges gebildet, und der Hebel ist ein mit dem einen Ende des Bügels oder mit dem Bande zusammenhängender Fortsatz. Wenn der Hebel unpaar ist, zieht der Muskel, welcher sich an ihn ansetzt, über das Band hinweg und inserirt sich am entgegengesetzten Ende des Bügels. Bei seiner Contraction drückt er daher das Band gegen den Bügel. Wenn zwei Hebel vorhanden sind, sitzen sie an den entgegengesetzten Enden des Bandes und des Bügels, und der Muskel spannt sich zwischen ihren Spitzen aus. Die Wirkung seiner Contraction besteht darin, dass der freie Rand des Bandes gegen den Bügel gedrängt wird.

Der aus einem Stigma hervorgehende Tracheenstamm kann sich verästeln, ohne mit den übrigen in Verbindung zu treten; gewöhnlich aber gehen die aus den einzelnen Stigmen kommenden Tracheen mehr oder minder ausgedehnte Anastomosen ein. Sehr häufig geben die Hauptstämme jeder Seite weite Verbindungsäste ab, welche sich vereinigen und an jeder Seite des Körpers einen Längsstamm bilden, während oft die Haupttracheen der gegenüberliegenden Seiten durch Querstämme zusammenhängen.

Bei vielen Insecten, namentlich bei starken Fliegern, erweitert sich eine grössere oder geringere Zahl der Tracheen zu Säcken, in denen das Spiralband der Tracheenauskleidung unterbrochen ist oder verschwindet. Bei Bienen und Fliegen bildet sich so aus den

---

1) Landois und Thelen, »Der Tracheenverschluss bei den Insecten«. — Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. XVII. S. 187.

longitudinalen Verbindungsästen ein ungeheurer Luftsack an jeder Seite aus.

Die im Wasser lebenden Larven vieler *Orthopteren*, *Ephemeriden*, (*Agrion*, *Calopteryx*) und *Neuropteren*, sowie die einiger *Dipteren*, *Lepidopteren* und *Coleopteren* besitzen zwar ein vollkommen entwickeltes Tracheensystem, aber keine Stigmen. Die Somiten des Abdomens oder des Thorax sind jedoch mit zarten blattförmigen oder fadenförmigen Fortsätzen versehen, in welche die Tracheen eintreten und sich verästeln. Die in diesen Tracheen enthaltene Luft ist also von der im Wasser gelösten nur durch eine sehr dünne Schicht des Integumentgewebes getrennt, und es kann leicht ein Austausch zwischen den gasförmigen Bestandtheilen beider erfolgen. Man nennt diese Gebilde oftmals *Kiemen* (»Tracheenkiemen«), obwohl sie offenbar etwas wesentlich Anderes sind als die eigentlichen Kiemen. Bei den Larven einiger Libellen (*Libellula* und *Aeschna*) findet sich noch eine andere Form des Athmungsorgans. Obwohl sie ein Paar Thoracalstigmen besitzen, scheinen diese doch wenig oder gar keine Bedeutung für die Athmung zu haben, sondern diese erfolgt durch Ein- und Auspumpen von Wasser durch das Rectum. Die Wände des Letztern gehen in sechs Doppelreihen von Blättern aus, in deren Innern sich zahlreiche Tracheen verbreiten, und welche dieselbe Rolle wie die eben erwähnten Tracheenkiemen spielen. Diese Athmungsorgane im Rectum scheinen eine complicirte Form der sogenannten »Rectaldrüsen« darzustellen, welche sich so allgemein bei Insecten finden.

Die Aus- und Einathmungsbewegungen werden bei den Insecten hauptsächlich vom Abdomen besorgt, dessen Umfang durch Näherung seiner Terga und Sterna und durch Verkürzung vermittels Einziehung der hinteren Somiten in die vorderen verkleinert, durch Bewegungen in den entgegengesetzten Richtungen aber vergrössert werden kann. Wird der Hohlraum vergrössert, so strömt Luft in die Stigmen hinein; wird er verringert, so findet, wenn die Stigmen offen sind, Expiration statt; sind die Stigmen jedoch geschlossen, so muss die Wirkung des Expirationsactes darin bestehen, dass die Luft in die feinsten Verzweigungen der Tracheen getrieben wird. Die Ein- und Ausathmungsbewegungen wechseln je nach dem Zustande des Insects an Schnelligkeit. Bei der Biene bemerkte Newport, dass in der Ruhe die Zahl nur vierzig betrug, dagegen bei Muskelanstrengung bis auf hundert und zwanzig stieg.

Die Luftsäcke helfen ohne Zweifel beim Fluge durch die Verminderung des specifischen Gewichtes des Insectes, welche ihre Aufblähung zur Folge hat.

Die Töne der Insecten [1]) entstehen in der Mehrzahl der Fälle durch die Reibung von harten Theilen des Integumentes aneinander. So reibt die Feldheuschrecke das Femur ihres Hinterbeines gegen eine Leiste des Vorderflügels, und das Zirpen der Heimchen und Laubheuschrecken entsteht durch die Reibung der Flügeldecken. Die Theile, welche so aneinander gerieben werden, sind mit Zähnelungen und Leisten versehen, welche eine constante, charakteristische Anordnung besitzen. Die Bockkäfer erzeugen einen Ton durch die Reibung des Tergums des Prothorax an einem Fortsatze desjenigen des Mesothorax und die Mistkäfer durch Reibung der Hüften der Hinterbeine am Hinterrande des dritten Abdominalsternums. Ferner müssen nothwendig Töne durch die äusserst rasche Schwingung der Flügel entstehen, welche für den Flug vieler Insecten charakteristisch ist. LANDOIS fand jedoch, dass der Thorax einer Schmeissfliege auch dann noch brummte, als er den Kopf, die Flügel, die Beine und das Abdomen abgeschnitten hatte. Durch die Ablösung der Halteren wurde der Ton nur wenig geschwächt. Der Tonapparat liegt nämlich in unmittelbarer Nähe der Thoracalstigmen. Der Hauptstamm der Tracheen erweitert sich zu einem halbkugligen Sacke, der durch die Stigmenöffnung nach aussen mündet. Der Sack besitzt eine schleifenartige Verdickung, an der freie Chitinfalten oder Fortsätze sitzen, und den Schwingungen dieser schreibt LANDOIS die Bildung des Tones zu. Das Stimmorgan der Fliege wäre danach eine Modification des Verschlussapparates der Stigmen, gerade wie das Stimmorgan der Säugethiere eine Modification des Verschlussapparates ihrer Athmungsöffnung ist. Bei den Cicaden sind nach LANDOIS die hintern Thoracalstigmen die Stimmorgane. Diese führen in Kammern, in deren Wand gespannte Membranen so angebracht sind, dass sie durch ihre Resonanz den Ton verstärken.[2])

---

1) Siehe LANDOIS, »Die Ton- und Stimmapparate der Insecten«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XVII. S. 105.

2) Nach den neueren übereinstimmenden Angaben von C. LEPORI (Bulletino della Società entomologica italiana, t. I. 1869. p. 221), P. MAYER, (Zeitschr. für wiss. Zoologie, Bd. XXVIII. 1877. p. 79) und G. CARLET, (Annales des sciences naturelles, 1877, No. 5) befindet sich, entsprechend der ursprünglichen Angabe von RÉAUMUR, der Tonapparat der Cicade an der Basis des Abdomens und be-

Wie bei den Crustaceen so sind auch bei den Insecten die einzelnen Ganglien des Nervensystems in verschiedener Ausdehnung unter einander verschmolzen. Bei den meisten *Orthopteren* (Fig. 119, A) und *Neuropteren* und vielen *Coleopteren* (B) bleiben die Thoracal- und Abdominalganglien gesondert und sind wie bei *Blatta* durch doppelte Commissuren verbunden. Bei den *Lepidopteren* sind die Thoracalganglien zu zwei durch doppelte Commissuren verbundenen Ganglienmassen verwachsen, während im Abdomen fünf Ganglien mit unpaaren oder nur zum Theil getrennten Commissursträngen vorhanden sind. Am Weitesten geht die Concentration bei einigen *Dipteren* (Fig. 119, C) und bei den *Strepsipteren*, bei denen die Thoracal- und Abdominalganglien zu einer gemeinsamen Masse verschmolzen sind.

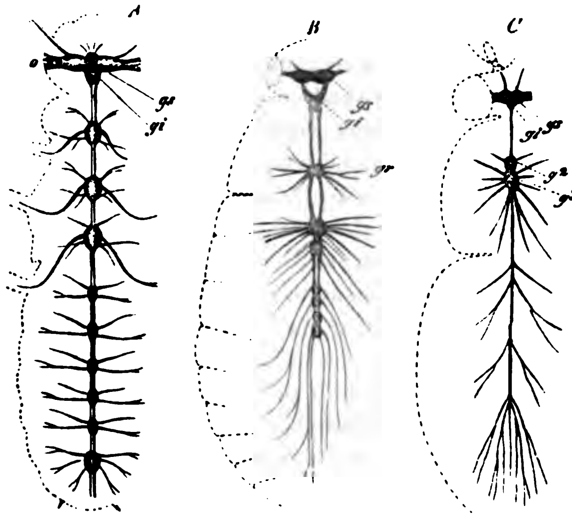


Fig. 119. — Nervensystem von Insecten. — *A.* von *Termes* (LESPÈS). *B.* eines Käfers (*Dytiscus*). *C.* einer Fliege (nach BLANCHARD). *gs.* Oberschlundganglion (Gehirnganglion); *gi.* Unterschlundganglion; *g*, *g*², *g*³. verschmolzene Ganglien des Bauchmarks; *o* Augen.

Sehr allgemein ist ein System von Mundmagennerven von ähnlicher Anordnung wie bei *Blatta* vorhanden.

Bei sehr vielen Insecten, sowohl bei Larven wie im ausgebildeten Zustande, findet sich ein besonderes Nervensystem, die sogenannten *Nervi respiratorii* oder *transversi*. Die Hauptnerven dieses

steht aus einem Paar dünnhäutiger Blasen, den Trommelfellen, welche durch einen starken Muskel in Schwingungen versetzt werden, während das von Eingeweiden fast leere Abdomen als Resonator dient. D. Uebers.

Systems sind paarweise an der Sternalseite des Körpers angeordnet, und ihre äusseren Enden anastomosiren mit Aesten der gewöhnlichen peripherischen Nerven und verbreiten sich in den Stigmenmuskeln. Ihre inneren Enden vereinigen sich zu einem Geflechte, das über dem Zwischenraum zwischen je zwei Ganglien des centralen Nervenstranges liegt, und sind durch Längsnerven einerseits unter einander, andrerseits mit diesen Ganglien verbunden.

Bei Insecten wie bei vielen andern Arthropoden endigen die Aeste der Nerven, welche sich im Integument verbreiten, und besonders diejenigen, welche an die Basis der grösseren oder kleineren Borsten treten, mit denen das Integument versehen ist, häufig in kleinen Zellen. Hensen hat nachgewiesen, dass bei den Crustaceen ähnliche Borsten aller Wahrscheinlichkeit nach als Gehörwerkzeuge dienen, und Leydig, Hicks, Lespès, Landois u. A. haben diesen Gebilden bei Insecten die Functionen besonderer Sinneswahrnehmungen zugeschrieben. Ob jedoch diese Borsten an den Antennen oder sonst wo zum Hören oder Riechen dienen, ist sehr zweifelhaft: die einzigen Organe, welche man mit Sicherheit als Gehörorgane bei den Insecten betrachten kann, sind diejenigen, welche bei den *Acrididen*, *Achetiden* und *Locustiden* vorkommen und zuerst von v. Siebold genau beschrieben sind.[1] Neuerdings sind sie von Leydig, Hensen, Ranke[2] und Oscar Schmidt[3] untersucht worden; allein man muss bekennen, dass trotzdem noch viel Dunkelheit über ihrer feinern Structur schwebt.

Bei den *Acrididen* liegt in der Chitincuticula des Metathorax an jeder Seite, über der Einlenkung des letzten Beinpaares, eine dünne, von einem erhabenen Rande umgebene trommelfellartige Membran. An ihrer Innenfläche ist die Cuticularschicht dieser Membran in zwei Fortsätze ausgezogen, von denen einer einen schmalen, mit einer dreieckigen Verbreiterung endigenden Stamm bildet. Ueber der Membran liegt eine grosse Tracheenblase, und zwischen der Wand derselben und jener tritt ein vom Metathoracalganglion entspringender Nerv zu der von den Fortsätzen eingenommenen Region und schwillt dort zu einem Ganglion an, dessen Aussenseite,

---

1) Archiv für Naturgeschichte, 1864.

2) Ranke, »Beiträge zur Lehre von den Uebergangs-Sinnesorganen.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXV. S. 143.

3) O. Schmidt, »Die Hörorgane der Heuschrecken«. — Archiv f. mikrosk. Anatomie, 1875.

die mit zahlreichen dichtstehenden glasartigen Stäbchen besetzt ist, mit der trommelfellartigen Membran in Berührung steht. Ein von diesem Ganglion ausgehender Nerv zieht längs einer Furche zu dem »Stamme« und endigt in der Erweiterung desselben mit einem Ganglion. Von diesem Ganglion gehen gewisse feine Fäden aus.

Bei den *Achetiden* und *Locustiden* liegen ähnliche trommelfellartige Membranen an den Tibien der Vorderbeine, wo man sie beim gemeinen Heimchen leicht sieht, während sie bei andern Formen durch Entwickelung von Falten in der Cuticula der benachbarten Region des Beines verdeckt werden. Zwei geräumige Tracheensäcke nehmen den grössern Theil des Hohlraumes der Tibia ein, und in dem übrigen Raume liegt ein Ganglion, in dem ein grosser Nerv endigt. Auf diesem Ganglion sitzt eine Reihe eigenthümlicher kurzer, stabartiger Körper.

Die zusammengesetzten Augen der Insecten unterscheiden sich nur in Einzelheiten von denen der Crustaceen.

An den *Ocellen* oder sogenannten einfachen Augen hat man eine Sclerotica, eine Cornea, eine Linse, einen Glaskörper und eine Choroidea unterschieden und das ganze Organ mit einem Wirbelthierauge verglichen. Allein die Linse ist immer eine blosse Verdickung der Cuticula, welche die Cornea bildet, und der sogenannte »Glaskörper« besteht zum Theil oder ganz aus Krystallkegeln, analog denen des zusammengesetzten Auges. In dieser Hinsicht gleichen die Ocellen der Insecten den einfachen Augen der *Arachniden* und *Crustaceen*.[1]

Viele Insecten, wie das Glühwürmchen und der Leuchtkäfer, sind wegen ihres Leuchtvermögens bemerkenswerth.

Nach SCHULTZE[2], besitzen die Männchen von *Lampyris splendidula* (Leuchtkäfer) zwei Leuchtorgane, welche an der Sternalseite des vorletzten und drittletzten Abdominalsomits liegen. Jedes besteht aus einer dünnen weisslichen Platte, deren eine Fläche die durchsichtige Chitincuticula berührt, während die andere nach dem Bauchnervenstrange und den Eingeweiden hinblickt. Die sternale

1) LEYDIG, »Das Auge der Gliederthiere«, 1864. LANDOIS, »Das Raupenauge«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XVI. S. 27; und »Zur Entwicklungsgeschichte der facettirten Augen von *Tenebrio molitor*«. — Ebenda, Bd. XVII. S. 34.

2) M. SCHULTZE, »Zur Kenntniss der Leuchtorgane von *Lampyris splendidula*«. — Archiv f. mikroskop. Anatomie, 1835. Siehe ferner KÖLLIKER, Würzburger medicin. physik. Gesellschaft, 1857.

Fläche entsendet viel mehr Licht als die tergale. An der Leuchtplatte lassen sich zwei Schichten unterscheiden, von denen die eine ihre sternale, die andere ihre tergale Hälfte einnimmt. Die Erstere ist gelblich und durchsichtig, die Letztere weiss und opak, in Folge der vielen stark lichtbrechenden Körnchen, welche sie enthält. In die tergale Schicht treten Tracheen und Nerven ein, durchsetzen sie aber grossentheils, um in der sternalen Schicht, welche allein leuchtet, zu endigen. Jede Schicht besteht aus polygonalen kernhaltigen Zellen. Die Körnchen sind doppelbrechend, enthalten Harnsäure und bestehen wahrscheinlich aus harnsaurem Ammon (Kölliker). Schultze bezeichnet deshalb die Zellen der Schicht, in denen dieselben liegen, als »Harnsäurezellen«, während er die andern »Parenchymzellen« nennt. Die Aeste der Tracheen, welche sich zwischen den Parenchymzellen verbreiten, endigen wie diejenigen in andern Körpertheilen mit sternförmigen kernhaltigen Körperchen; ein Fortsatz des Körperchens geht in einen Ast der Trachee über. Schultze ist geneigt, anzunehmen, dass die andern Fortsätze in Parenchymzellen enden.

Die Nerven der Leuchtorgane entspringen aus dem letzten Abdominalganglion; sie verzweigen sich zwischen den Parenchymzellen zu immer feineren und feineren Aestchen, welche sich schliesslich der Beobachtung entziehen.

Die weiblichen Fortpflanzungsorgane der Insecten bestehen aus den Eierstocksröhren oder Ovariolen mit ihrer sogenannten Peritonealhülle und aus den Eileitern, welche sich zu einer Vagina vereinigen, während eine Samentasche und häufig Anhangsdrüsen in die Vagina oder in der Nähe derselben münden.

Die Zahl der Ovariolen kann ganz gering oder sehr gross sein. Jede besteht aus einer äussern structurlosen Membrana propria, innerhalb der eine solide, säulenförmige, aus Zellen zusammengesetzte Masse liegt. Das vordere, gewöhnlich spitz zulaufende Ende dieser Ovarialmasse besteht aus einer protoplasmatischen Substanz mit eingestreuten Kernen, in der man jedoch die Grenzen der Zellen, zu welchen diese gehören, nicht erkennen kann. Weiter nach hinten vergrössern sich einzelne dieser Kerne, umgeben sich mit einem Protoplasmaballen und bilden das Urei. Jedes Urei ist von dem benachbarten durch eine Schicht von kernhaltigem Protoplasma getrennt, das also eine Kapsel um dasselbe bildet. Bei einigen Insecten, so bei *Blatta*, ist die Kapsel an denjenigen Eiern, welche zwischen

den kleinsten und denen mittlerer Grösse, welche auf die Ersteren von vorn nach hinten folgen, kaum zu erkennen. Allein bei den darauf folgenden grösseren Eiern vergrössern sich die Zellen der Eikapsel rasch in der Richtung senkrecht zur Oberfläche des Eies und bilden eine sehr deutliche Epithelschicht. Ich bin geneigt zu glauben, dass der Dotter eine Zeitlang aus diesen Epithelzellen einen Zuwachs erfährt, dass dieselben also in der That die Rolle von Dotterbildungszellen spielen. Wie dem jedoch sein mag, nach kurzer Zeit tritt an der Oberfläche des Eies eine zarte structurlose Haut auf und umgiebt das Ei als Dotterhaut. Die Epithelzellen der Eikapsel sondern sodann an ihrer Oberfläche eine dickere, oftmals ornamentirte Lage von Chitinsubstanz aus, welche das Chorion darstellt, und damit ist das Ei fertig. Die Ovarialmasse entspricht also, wie Waldeyer richtig bemerkt hat, einem der Epithelschläuche des Wirbelthierovariums und die Eikapseln den Graafschen Follikeln.

Bei einigen Insecten, wie bei *Aphis*, entstehen aus dem indifferenten Gewebe des vordern Endes der Ovariolen nicht nur die Eier und das Eikapselepithel, sondern grosse »Dotterbildungszellen«. Diese liegen in der vordern, erweiterten Kammer der Ovarialröhre. Allein jedes Ei hängt ursprünglich in seiner Substanz mit einer dieser Zellen zusammen; man kann den Stiel, mit dem sie zusammensassen, selbst noch am zweiten und dritten Ei erkennen. Wahrscheinlich liefern also die Dotterbildungszellen eine Zeitlang das Material für das Wachsthum der Eier.

Aehnliche Dotterbildungszellen finden sich bei den meisten Insecten; doch liegen sie am vordern Ende jeder einzelnen Eikapsel, so dass, wenn die Säule von Eikapseln sich durch das Auftreten neuer Eikapseln an ihrem Vorderende verlängert, die Dotterbildungszellen zwischen je zwei Eiern liegen. Die Dottermembran und das Chorion umhüllen zuerst das Hinterende und die Seiten des Eies und lassen eine Zeitlang an dem den Dotterbildungszellen anliegenden Ende eine Oeffnung. Diese Oeffnung wird gewöhnlich nur theilweise geschlossen, und was von ihr übrig bleibt, bildet die eine oder die zahlreichen Oeffnungen, welche man als *Mikropyle* bezeichnet, durch welche die Spermatozoen bei der Befruchtung in das Ei eindringen. Die Dotterbildungszellen bleiben gewöhnlich ausserhalb der Eizelle liegen und degeneriren; bei vielen *Dipteren* werden sie jedoch mit in die Hüllen des Eies aufgenommen und lösen sich im Dotter auf.

A. Brandt hat für die Ovarien der ersten Art die Bezeichnung *panoistisch*, für die der zweiten und dritten hier geschilderten Entwicklungsweise die Bezeichnung *meroistisch* vorgeschlagen. Soweit bisher bekannt ist, besitzen nur die *Orthopteren* und die *Puliciden* panoistische Ovarien.

Die Peritonealhülle der Ovariolen ist eine zellige Substanz mit vielen Tracheen und häufig auch mit Muskelfasern. Gewöhnlich geht sie über das Vorderende jeder Ovariole hinaus in einen fadenförmigen Fortsatz aus, der, nachdem er sich mit denen der übrigen Ovariolen derselben Seite vereinigt hat, in das Pericardialgewebe übergeht. Am entgegengesetzten Ende geht die Peritonealhülle in die Wandungen des Oviducts über, welche musculös und von einem Epithel ausgekleidet sind.

Die Entwicklung der Ovarien hat man bei den *Dipteren* und *Lepidopteren* verfolgt. Jedes Ovarium ist zuerst eine rundliche Masse von indifferentem Gewebe, von der ein fadenförmiger Fortsatz nach hinten abgeht; für diesen hat man keinen Zusammenhang mit irgend einem andern Organ nachweisen können, sondern er scheint frei zu enden. Der Ursprung dieser Eierstocksanlage ist unbekannt. Der erste Schritt zur Bildung der Geschlechtsorgane ist die Trennung des peripherischen indifferenten Gewebes vom centralen Theile und der Zerfall des Letztern in eine der Zahl der zu bildenden Ovariolen entsprechende Zahl von länglichen soliden Zellenkörpern. Die peripherischen Zellen werden zur Peritonealschicht. Jeder Zellenkörper umgiebt sich mit einer structurlosen Membran und verlängert sich dann zu einer Ovariole, indem gleichzeitig einige der Zellen in seinem hintern Ende sich zum ersten Urei und der Kapsel desselben, mit oder ohne Dotterzellen, differenziren. Der Inhalt jeder Ovariole ist also als eine Säule von Fortpflanzungszellen zu betrachten, welche, statt sich wie bei einem Wirbelthier in das Stroma eines Eierstockes einzusenken und in Eifollikel zu zerfallen, gerade nach hinten wächst und während des Wachsens in Eifollikel oder Eifächer zerfällt, von denen das hinterste das älteste und am Weitesten entwickelte ist.

Ueber den Ursprung der Vagina oder der Eileiter ist nichts sicher bekannt; doch ist zu vermuthen, dass Letzterer aus der Verlängerung der primären Ovarien nach hinten entsteht.

Die Entwicklung der Hoden geht in derselben Weise vor sich wie diejenige der Eierstöcke, nur dass der Inhalt der Hodenschläuche

sich in Spermatozoen verwandelt. Der Ursprung der Samenleiter ist unbekannt.[1])

Bei den meisten Insecten furchen sich die Eier partiell, nur bei einigen *Poduriden* hat man totale Furchung beobachtet. Die Entwickelung des Blastoderms findet in derselben Weise wie bei andern Arthropoden statt. Das Kopfende des Embryos geht in zwei Scheitellappen aus. Bei vielen Insecten läuft die Peripherie des Blastoderms nach aussen von der Längsverdickung, welche die Sternalregion des Körpers erzeugt und als *Keimstreif* (Sternalband) bezeichnet wird, in ein Blatt aus, das nach innen über die Sternalfläche des Embryos hin wächst und schliesslich eine vollkommene Hülle dafür bildet. Das Blatt kann aus einer einzigen Zellenschicht gebildet sein oder von Anfang an eine Falte des Blastoderms sein und also aus zwei Schichten bestehen, von denen die innere mit dem Keimstreifen zusammenhängt, während die äussere mit dem Blastoderm die Tergalfläche des Dotters umwächst. In letzterm Falle ist es vollkommen dem Amnion der Wirbelthierembryonen vergleichbar; und wenn die Falten sich in der Mittellinie vereinigt haben, so kann man an der Hülle eine äussere Membran, welche der *Lamina serosa*, und eine innere, welche dem eigentlichen Amnion entspricht, unterscheiden. In einigen Fällen füllt die Dottersubstanz den Zwischenraum zwischen der Lamina serosa und dem Amnion aus, so dass der Keimstreif und das Letztere einen in den Dotter eingestülpten Sack bilden.

Die Entwicklung einer mehr oder minder amnionartigen Hülle hat man bei *Orthopteren* (*Libellula*), *Coleopteren*, *Hemipteren*, *Hyme-*

---

1) Die obige Schilderung der Structur der Eiröhren von *Blatta* und *Aphis* stützt sich auf meine eigenen Beobachtungen, welche mit denen von A. BRANDT, »Ueber die Eiröhren der *Blatta* (*Periplaneta*) *orientalis*« (Mém. de l'Acad. St. Pétersbourg, t. XXI. 1874) recht gut im Einklang stehen. Die Literatur über den Gegenstand ist etwas umfangreich. Siehe besonders; LEYDIG, »Der Eierstock und die Samentasche der Insecten«. — Nova Acta, vol. XXXIII. 1867; LUBBOCK, »The ova and pseudova of Insects«. — Phil. Trans. 1858; WEISMANN, »Die nachembryonale Entwickelung der Musciden«. — Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, Bd. XIV.; BESSELS, »Entwickelung der Sexualdrüsen bei den Lepidopteren.« — Ebenda, Bd. XVII. S. 545; v. SIEBOLD, »Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden«, 1871. Die verschiedenen Formen der Mikropyle und die Structur des Chorions sind von LEUCKART in seiner eingehenden Abhandlung »Ueber die Micropyle und den feinern Bau der Schalenhaut bei den Insecteneiern« MÜLLERS Archiv, 1855) behandelt.

nopteren, *Lepidopteren* und *Dipteren* beobachtet, allein sie scheint doch nicht überall vorzukommen.

Sehr häufig findet bei den Insecten Agamogenesis statt, und zwar in zwei extremen Formen. In dem einen Falle ist das sich fortpflanzende Thier ein vollkommenes Weibchen und die Keime haben die sämmtlichen morphologischen Eigenschaften von Eiern; hierauf sollte man die Bezeichnung *Parthenogenesis* [1]) beschränken. Im andern Falle hat das sich fortpflanzende Thier unvollkommne weibliche Geschlechtsorgane, und die Keime haben nicht die gewöhnlichen Eigenschaften von Insecteneiern.

Bei *Coccus* (*Lecanium*) *hesperidium* und *Chermes abietinis* und *pini* hat man bis jetzt keine Männchen beobachtet; die vollkommen ausgebildeten Weibchen erzeugen Eier, aus denen nur Weibchen hervorgehen. In demselben Falle sind wahrscheinlich viele Arten von Gallwespen (*Cynips*).

Die unbefruchteten flügellosen, raupenartigen Weibchen der Schmetterlingsgattungen *Psyche* und *Solenobia* legen Eier, aus denen nur Weibchen hervorgehen. Männchen treten nur selten und an einzelnen Orten auf, und aus den befruchteten Eiern kommen Männchen und Weibchen in etwa gleicher Zahl.

Leuckart entdeckte, dass die Eierstöcke der sogenannten Neutra von Wespen, Hornissen, Hummeln und Ameisen oft mehr oder minder entwickelte Eier enthalten, und dass bei den Wespen und Hummeln aus solchen Eiern Junge hervorgehen, deren Geschlecht jedoch nicht bestimmt wurde. v. Siebold beobachtete, dass die Neutra von *Polistes gallica* sich von den vollkommen befruchtungsfähigen Weibchen fast nur durch ihre geringere Grösse unterscheiden, dass sie aber vollkommen entwickelte weibliche Geschlechtsorgane besitzen. Diese Neutra oder, richtiger, kleinen Weibchen legten Eier, welche sich entwickelten, und aus denen nur männliche *Polistes* hervorgingen. Die unbefruchteten Eier einer Holzwespe, *Nematus ventricosus*, (deren Larven als Stachelbeerraupen bekannt sind) legen regelmässig Eier, welche sich entwickeln, und aus denen nur Männchen hervorgehen.

---

1) Meine Hauptquelle für die obigen Angaben über Agamogenesis bei Insecten sind die ausgezeichneten »Beiträge zur Parthenogenesis« (1871) von v. Siebold.

Für diese Erscheinung, dass parthenogenetisch sich fortpflanzende Weibchen entweder nur männliche oder nur weibliche Junge erzeugen, haben LEUCKART und v. SIEBOLD die Ausdrücke *Arrenotokie* und *Thelytokie* vorgeschlagen.

Bei der Honigbiene ist nachgewiesen worden, dass die Königin die Eier bei der Ablage entweder befruchtet oder sie unbefruchtet lässt. Die Samentasche, welche die bei der nur einmal stattfindenden Begattung aufgenommene Samenflüssigkeit enthält, zieht sich in dem erstern Falle während des Durchtritts der Eier durch die Vagina zusammen, im letztern dagegen bleibt sie passiv. Aus den unbefruchteten Eiern gehen Männchen oder Drohnen hervor, aus den befruchteten aber Weibchen, welche je nach der Nahrung, die sie erhalten, zu Neutra (»Arbeitern«) mit unvollkommen entwickelten Fortpflanzungsorganen oder zu Königinnen mit vollkommenen Organen werden.

Bei den *Aphiden* kommen die von den befruchteten Weibchen im Herbst gelegten Eier im Frühling aus und liefern Formen, welche in der Regel flügellos sind und lebendige Junge hervorbringen. Diese können entweder geflügelt oder flügellos sein und sind gleichfalls vivipar. Die Zahl der so erzeugten viviparen Bruten hat keine bestimmte Grenze, sondern wird, soweit bis jetzt unsere Kenntnisse reichen, nur durch die Temperatur und durch Ernährungsverhältnisse bedingt. In einem warmen Zimmer bei guter Nahrung gehaltene *Aphiden* haben sich vier Jahre hindurch vivipar vermehrt. Beim Eintritt der kalten Jahreszeit oder, wie es scheint, wenn auch nur die Nahrung dürftig wird, bringen die viviparen Formen in einzelnen Fällen Männchen und Weibchen hervor. Die Männchen können Flügel besitzen oder derselben entbehren. Die Weibchen scheinen immer flügellos zu sein. Nun findet Begattung statt, und es werden Eier gelegt. Manchmal existiren vivipare Formen neben den Männchen und Weibchen, und von einigen viviparen *Aphiden* weiss man, dass sie überwintern.[1]

Die viviparen Formen unterscheiden sich im Bau ihrer Fort-

---

1) HUXLEY, »On the agamic reproduction and morphology of Aphis«. — Transactions of the Linnean society. London, 1857. Ferner sind die Abhandlungen von BALBIANI (Annales des sciences naturelles, 1869, 1870 und 1872, zu Rathe zu ziehen, nicht nur wegen ihres Reichthums an Einzelangaben, sondern wegen der eigenthümlichen Ansichten des Verfassers über das Wesen des Fortpflanzungsvorganges bei den Aphiden.

pflanzungsorgane wesentlich von den oviparen. Sie besitzen weder Samentaschen noch Kittdrüsen, die, wie v. SIEBOLD zuerst nachgewiesen hat, Beide bei den Weibchen vorhanden sind. Die Jungen entwickeln sich in Organen, welche in ihrer Anordnung den Ovariolen der echten Weibchen gleichen und als *Pseudovarien* bezeichnet werden können. Die endständige oder vorderste Kammer jeder Pseudovarialröhre ist von einem Epithel ausgekleidet, das eine Anzahl von kernhaltigen Zellen umschliesst. Die hinterste von diesen Zellen vergrössert sich und löst sich von den übrigen als ein *Pseudovum* los. Darauf theilt sie sich und erzeugt eine Zellenmasse, an der man eine peripherische Schicht von hellen Zellen und eine centrale mehr körnige Substanz unterscheiden kann, und um die sich eine structurlose Cuticula bildet. Die Zellenmasse entwickelt sich allmählich zum Körper einer *Aphis*-Larve. Ein Theil der Zellen, aus denen diese besteht, verwandelt sich in ein Pseudovarium, und die Entwickelung neuer Pseudova beginnt, noch ehe das Junge den Körper des Mutterthieres verlässt. Dieser Vorgang lässt sich augenscheinlich einer Art Knospung vergleichen. Bliebe das Pseudovum mit dem Mutterkörper im Zusammenhang, so würde die Analogie vollständig sein.[1])

Ein im Wesentlichen ähnlicher Vorgang ist die agamogenetische Vermehrung der *Cecidomyia*-Larven. Prof. NICOLAS WAGNER[2]) in Kasan hat entdeckt, dass die Larven eines zur Gattung *Cecidomyia* gehörigen Dipters oder einer nahe verwandten Form (*Miastor*) sich im Herbst, Winter und Frühling agamogenetisch vermehren. Im Sommer verwandeln sich die letzten Individuen dieser so erzeugten Madenbrut in Männchen und Weibchen, welche sich paaren und Eier legen. Aus diesen Eiern schlüpfen dann Larven aus, bei denen sich wieder dieselben Erscheinungen zeigen. In diesem Falle entwickeln sich die Jungen sämmtlich aus Keimen, welche lose in der Leibeshöhle des Mutterthieres liegen, dessen Körper sie ausfressen und endlich

1) LEYDIG (»Der Eierstock und die Samentasche der Insecten«) giebt an, er habe im November *Aphiden* getroffen, bei denen in demselben Thiere einige von den Ovarialröhren vollkommen ausgebildete Eier enthielten, andere in ihrer gewöhnlichen Entwicklungsweise begriffene Pseudova. Leider ist nicht bemerkt, ob diese Aphiden eine Samentasche besassen und befruchtet waren oder nicht. Das gleichzeitige Vorkommen von Agamogenesis und geschlechtlicher Fortpflanzung selbst ist nicht ohne Praecedens; vergl. z. B. *Pyrosoma*.

2) K. E. v. BAER, »Bericht über Prof. NIC. WAGNER's Entdeckung etc.« — Bulletin de l'Académie St. Pétersbourg, 1863.

zersprengen, um frei zu werden. Leuckart, Metschnikoff und Ganin [1]) haben gezeigt, dass diese Keime sich aus dem Pseudovarium loslösen, das an der Stelle des gewöhnlich bei Larven sich findenden rudimentären Ovariums liegt, und dass jeder die Eikammer einer gewöhnlichen Insectenovariole mit seiner Epithelkapsel, seinem Ei und seinen Dotterzellen repräsentirt.

Beim gewöhnlichen Wachsthumsvorgange eines Insects, von der Zeit an, wo es das Ei verlässt, bis zum ausgebildeten Zustande, ist jeder ausgeprägte Wechsel in der äussern Gestalt des Körpers oder seiner Anhänge von einer Abstreifung der Cuticula begleitet. In manchen Fällen ist die bei jeder Häutung stattfindende Veränderung sehr gering. Die Zahl der Häutungen kann dann sehr gross sein: bei einer von Lubbock beschriebenen Eintagsfliegenart (*Chloëon*) beträgt sie zwanzig. In solchen Fällen tritt der Bau des ausgebildeten Thieres ganz allmählich an die Stelle desjenigen der Larve, und die Organe der Larve gehen meistentheils in diejenigen des fertigen Thieres über.

Das Gleiche gilt auch von einigen Insecten, welche eine Metamorphose durchmachen, d. h., bei denen ein ruhender Puppenzustand zwischen dem beweglichen Larvenzustand und dem beweglichen Imaginalzustand in der Mitte liegt. Herold und Newport haben ausführlich die Reihe von Veränderungen beschrieben, durch welche die langgestreckte Ganglienkette der Raupe sich in das viel stärker concentrirte Nervensystem des Schmetterlings verwandelt, und Weismann hat gezeigt, in wie allmählichen Schritten die fusslose *Corethra*-Larve die Eigenschaften der Dipteren-Imago annimmt. Bei der Schmeissfliege aber (*Musca*) und wahrscheinlich noch bei vielen andern Gliedern der Abtheilung der *Dipteren*, zu denen dieselbe gehört, trägt die fusslose Made, wenn sie das Ei verlässt, im Innern ihres Körpers gewisse regelmässig angeordnete scheibenförmige Massen von indifferentem Gewebe, die sogenannten *Imaginalscheiben*.[2]) Von diesen liegen zwölf im Thoraxabschnitte, zwei an jeder Seite jedes Thoracalsegments, während zwei weitere noch vor

1) Leuckart, »Die ungeschlechtliche Vermehrung der Cecidomyialarven« — Göttinger Gelehrte Nachrichten, 1865. N. Wagner, »Ueber die viviparen Gallmückenlarven«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XV. S. 106. — Metschnikoff, »Ueber die Entwickelung der viviparen Cecidomyialarven. — Ebenda, Bd. XVI.

2) Siehe die treffliche Arbeit von Weismann, »Die nachembryonale Entwickelung der Musciden«.

den Prothoracalscheiben liegen. Diese Imaginalscheiben verändern sich, bis das Insect sich mit seiner letzten erhärteten Cuticula umgiebt und zur Puppe wird, wenig oder gar nicht. Dann aber vergrössern sie sich schnell; aus jeder sternalen Thoracalscheibe wird ein Bein und eine Hälfte des dazu gehörigen Sternalabschnittes des Thorax, während die tergalen Scheiben sich zu den tergalen Hälften der Thoracalsomiten mit ihren Anhängen, den Flügeln und den Halteren, entwickeln. Aus dem vordersten Scheibenpaar geht der Kopf und der Rüssel der Fliege hervor. In dem Verhältniss, wie die Imaginalscheiben sich entwickeln, lösen sich die vorher bestehenden Organe im Kopf und Thorax der Larve vollständig oder theilweise auf. Andrerseits entsteht das Abdomen der Fliege durch die continuirlichen Umbildungen der Bestandtheile des Larvenabdomens.

Wie bei den Crustaceen so geht bei den Insecten mit einer parasitischen Lebensweise äusserste Umbildung der Form Hand in Hand. In dieser Hinsicht besitzen die auf Bienen schmarotzenden *Strepsipteren* eine merkwürdige Geschichte. Das Weibchen (Fig. 120) hat die Gestalt eines Sackes mit einem kurzen Halse und

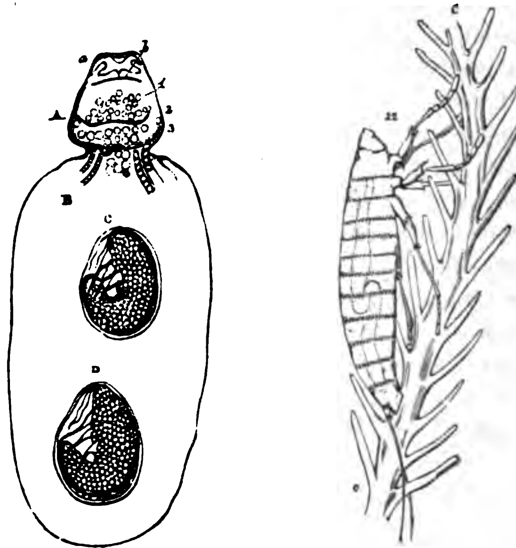


Fig. 120. — Die linke Figur stellt ein ausgebildetes Weibchen von *Stylops aterrimus* dar, mit zwei fast zum Auskriechen reifen Eiern im Innern, die rechte Figur eine neugeborene Larve von *Stylops* auf einem Haare von *Andrena Trimmerana*. *A.* ventrale Fläche des Thorax; *B.* Abdomen; *a.* Mandibeln; *b.* Labialplatten und Mund; *c.* Vulva; 1, 2, 3. die drei verwachsenen Thoracalsomiten. (Nach NEWPORT.)

verlässt nie den Körper des Hymenopters, auf dem es schmarotzt. Die Männchen dagegen sind äusserst bewegliche Insecten mit einem einzigen Flügelpaare, das am Metathorax sitzt, während der Mesothorax statt der Flügel ein Paar gewundener Anhänge trägt. Die Larven vom Männchen sowohl wie Weibchen sind, wenn sie das Ei verlassen, kleine bewegliche sechsfüssige Insecten (Fig. 120) mit rudimentären Kauorganen. Man findet sie zwischen den Haaren des Abdomens ihres Wirthes umherkriechen. In diesem Zustande gelangen sie in die Nester der Bienen, fallen die Larven der Letzteren an und bohren sich durch das Integument der Made in die Abdominalhöhle derselben ein. Dort werfen sie ihre Cuticula ab und verwandeln sich in schwerfällige, fusslose Maden mit einem Munde, rudimentären Kiefern und einem Darmsack ohne After. Zur Zeit, wo die Hymenopterenlarve in den Imagozustand übergeht, drängt die Strepsipterenlarve das Vorderende ihres Körpers (den sogenannten Cephalothorax) zwischen zwei Abdominalsegmente der Biene, so dass es nach aussen hervorschaut. Das Männchen wird zu einer Puppe und schlüpft schliesslich als geflügeltes Insect aus. Das Weibchen dagegen verändert sich in seiner äussern Gestalt nur wenig, es besitzt eine Oeffnung, welche die Rolle einer Vulva spielt, und die Befruchtung der Eier durch das Männchen ermöglicht. Diese entwickeln sich im Körper des Weibchens und gelangen durch die erwähnte Spalte nach aussen.[1])

Die *Ichneumoniden* legen ihre Eier in den Körper der Larven anderer Insecten. und die daraus ausschlüpfenden Maden verzehren den Fettkörper ihres Wirthes. Die von Ganin[2]) beschriebenen Larven von einigen dieser Parasiten (*Platygaster*, *Teleas*) sehen merkwürdig anders aus als andere Insectenlarven, und haben eine gewisse Aehnlichkeit mit *Copepoden*.

1) Siehe v. Siebold, »Ueber Strepsipteren«. — Archiv für Naturgeschichte, 1843; Newport, »Natural history etc. of the oil-beetle, *Meloë*. — Transactions of the Linnean society, London, 1847.

2) Ganin, »Beiträge zur Erkenntniss der Entwickelungsgeschichte bei den Insecten.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XIX. S. 381.

Capitel VIII.

Die Polyzoen, die Brachiopoden und die Mollusken.

So verschieden auch im äussern Ansehen und in den Organisationsverhältnissen die zahlreichen in den vorhergehenden vier Capiteln (Cap. IV bis VII) geschilderten Thierformen waren, so ist der Leser doch von einem zum andern leicht und natürlich stufenweise fortgerückt, von der einfachen *Turbellarie* am Fusse bis zu den höchst differenzirten *Arthropoden* am Gipfel der Reihe. Aber mit den höheren *Crustaceen*, *Arachniden* und *Insecten* hat die Reihe ein Ende. Von keinem dieser Thiere führt der Weg zu einer höhern Form. Der Tintenfisch, die Schnecke, die Muschel und die zahllosen andern Thierformen mit ein-, zwei- und vielklappigen Schalen, die man unter dem Namen *Mollusken* zusammenfasst, sind nicht nur von allen Arthropoden, sondern auch von allen höheren Gliedern der Würmergruppe (Cap. V) so weit verschieden, dass auf den ersten Blick jeder Zusammenhang mit diesen zu fehlen scheint. Die Gliederung des Körpers, welche bei der grossen Mehrzahl der Thierreihe, die mit den Arthropoden endet, einen so hervorragenden Charakterzug bildet, fehlt; Gliedmassen sind nicht vorhanden; statt der Gleichheit der Neural- und Hämalflächen des bilateral symmetrischen Körpers und der damit zusammenhängenden Auseinanderlegung der Mund- und Afteröffnung, wie sie in der Regel den Arthropoden und Würmern zukommt, sind die beiden Flächen hier meistens ungleich: die Hämalfläche ist in einen längeren oder kürzeren Kegel ausgezogen, der After in der Regel dem Munde genähert und die Hämalfläche des Körpers sehr oft asymmetrisch.

Die höheren Mollusken bilden in der That das Endglied einer eigenen Reihe, welche mit den *Polyzoen* beginnt, Thieren, welche in mancher Beziehung auffallende Aehnlichkeit mit den *Rotiferen* besitzen.

Die Polyzoen oder Bryozoen. — Diese Thiere besitzen eine gewisse Aehnlichkeit im Habitus mit den *Sertularien* unter den *Hydrozoen*, mit denen sie früher unter dem Namen »Corallinen« zusammen gestellt wurden. Wie die Sertularien bilden sie fast immer zusammengesetzte Stöcke, welche durch wiederholte Knospung aus dem ursprünglich einzelnen Embryo entstanden sind und ein hartes äusseres Cuticular-Skelet besitzen, welches übrig bleibt, wenn die Weichtheile verwesen. Der so gebildete zusammengesetzte Organismus heisst ein *Polyzoarium* (Fig. 121) und jedes Zooid, das aus dem gemeinsamen Stocke knospt, ein *Polypid*. Das äussere chitinige oder verkalkte Cuticular-Skelet des Körpers eines Polypids heisst die *Ektocyste* und wird, da der übrige Körper des Polypids entweder darin eingeschlossen ist oder dahinein zurückgezogen werden kann, gewöhnlich eine »Zelle« genannt.

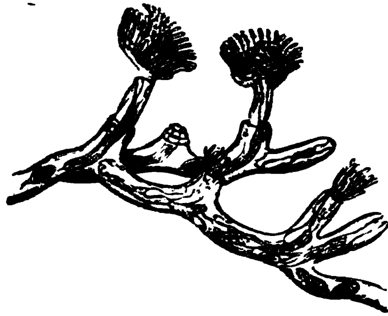


Fig. 121. — Theil eines Polyzoariums von *Plumatella repens* (nach Allman).[1]

Das eigentliche Ektoderm sammt der Wandschicht des Mesoderms, welches diese Zelle auskleidet und absondert, heisst die *Endocyste*. Der Mund liegt an einer als *Lophophor* bezeichneten Scheibe am freien Ende des Polypids; die Ränder des Lophophors geben in eine Anzahl reich bewimperter *Tentakeln* aus. An der Mundöffnung geht das Ektoderm über in die Endoderm-Auskleidung des Darmcanals, welcher fast immer in drei Abschnitte zerfällt, eine lange und weite Speiseröhre, einen geräumigen Magen und einen engen Enddarm. Der Letztere ist immer fast parallel mit dem Oesophagus zurückgebogen und endet in einem neben dem Munde gelegenen After. Da das Nervenganglion zwischen dem Munde und dem After liegt, so ist die Krümmung des Darmes *neural*[2]) und die Hämalfläche des Körpers bedeutend mäch-

1) Allman, »Monograph of the fresh-water Polyzoa«, 1856.

2) Bei der Erörterung der morphologischen Beziehungen der Theile des Molluskenkörpers ist es durchaus nothwendig, eine Terminologie anzuwenden, welche von der gewöhnlichen Stellung unabhängig ist. Ich bezeichne daher diejenige Fläche des Körpers, an der die Haupt-Nervencentren oder die Pedalganglien (wenn solche gesondert zu unterscheiden sind) liegen, als die *neurale*, die entgegengesetzte als die *hämale*.

tiger als die Neuralfläche entwickelt. Eine weite Leibeshöhle nimmt den Zwischenraum zwischen dem Darmcanale und der Körperwand ein; bisweilen sind die Wandungen dieses Hohlraumes bewimpert. Sehr häufig steht der Magenabschnitt des Darmcanales mit der Leibeswand durch eine Art Band, den *Funiculus* oder das »Gastroparietalband«, in Verbindung. In der Körperwand können sich Ring- und Längsmuskeln entwickeln, welche häufig deutliche Querstreifung zeigen; gewöhnlich sind ferner besondere Muskeln zum Zurückziehen des Lophophors in die Zellen und andere zum Schliessen und Oeffnen des Deckel-Apparates, mit dem manche Arten ausgestattet sind, vorhanden.

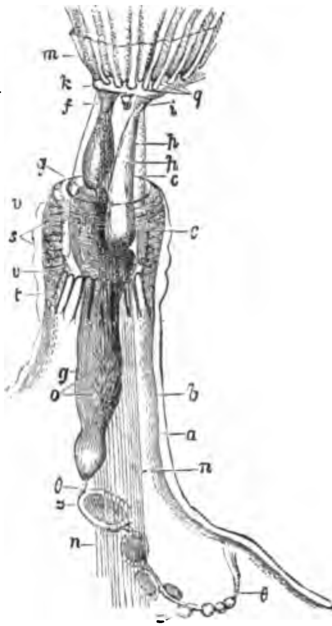


Fig. 122. — *Plumatella repens.* — Eine einzelne Zelle stärker vergrössert. *a.* Ektocyste; *b.* Endocyste; *m.* Kragen an der Basis der von der Scheibe oder dem Lophophor getragenen wimpernden Tentakeln; *k.* Mund; *f.* Speiseröhre; *gg.* Magen; *h.* Endderm; *i.* After; *n.* Muskeln; *w.* Ganglion; *s.* Statoblasten; θ. Funiculus. (Nach ALLMAN.)

Das einzige Ganglion des Nervensystems liegt, wie bereits angegeben, zwischen der Mund- und der Afteröffnung.

Bei *Serialaria*, *Scrupocellaria* und einigen andern Gattungen hat man Nervenstränge und Geflechte beschrieben, welche die einzelnen Polypide verbinden und das von FR. MÜLLER[1]) so benannte »Colonialnerven-System« bilden. Allein es ist noch nicht sicher, ob diese Stränge und Geflechte wirklich Nerven sind.

Ob besondere Sinnesorgane vorhanden sind, ist zweifelhaft, wenn nicht etwa ein lappiger Fortsatz — das Epistom — das bei vielen Süsswasser-Bryozoen den Mund überdeckt, ein solches ist. Das Ektoderm der unmittelbar unter den Tentakeln gelegenen Körperregion ist immer weich und biegsam und wird, wenn die Tentakeln zurückgezogen werden, eingestülpt, so dass es eine Scheide bildet, welche die Tentakeln umhüllt. Bisweilen, so bei den *Cteno-*

1) Archiv für Anatomie und Physiologie, 1860.

stomen [1]) ist diese Scheide von einem Kranze von Chitinfäden umgeben, welche bei zurückgezogenen Tentakeln eine äussere Schutzdecke für diese bilden. In andern Fällen, so bei den *Chilostomen*, ist ein Theil der Ektocyste so beschaffen, dass er ein bewegliches Lid bildet, welches sich über dem zurückgezogenen Polypid schliesst. Dieses *Operculum* befindet sich an der dem Nervenganglion gegenüber liegenden Seite des Polypids.

Bei manchen Gattungen sind die Zellen mit geisselförmigen Anhängen — den *Vibracula* — versehen (Fig. 123). Dieselben sind gewöhnlich an kurzen erweiterten Fortsätzen der Ektocyste eingelenkt, und führen beständig schlagende Bewegungen aus. Bei anderen sind vogelkopfähnliche, entweder auf dünnen beweglichen Stielen angebrachte oder sitzende Körperchen mit einem beweglichen Kiefer vorhanden und schnappen beständig. Bisweilen sind diese Letzteren, die sogenannten *Avicularien* (Fig. 124), neben den Vibrakeln vorhanden.

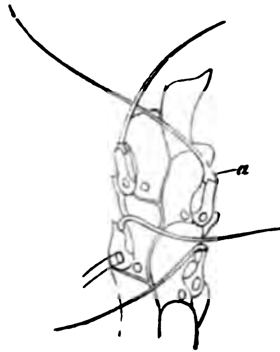


Fig. 123. — *Scrupocellaria ferox*. — Ein kleiner Theil des Polyzoariums mit den Vibrakeln (*a*). Nach Busk.)

Der erweiterte Basalabschnitt der Vibrakeln enthält Muskeln, durch deren Contraction sich der geisselförmige Anhang bewegt. Bei den Avicularien ist ein starker Adductormuskel, der von dem grössern Theile der Innenfläche des »Kopfes« entspringt, durch eine schmale Sehne auf der einen Seite von der Bewegungsachse am »Kiefer« angebracht, und auf der andern Seite ein kleinerer Divaricator. Der Mechanismus der Adduction und Divarication ist ganz ähnlich wie derjenige, der bei einem articulaten Brachiopoden die Bewegung der dorsalen Schale gegen die ventrale ermöglicht.

Männliche und weibliche Geschlechtsorgane sind gewöhnlich in demselben Polypid vereinigt. Es sind Zellenmassen, die sich im Funiculus oder an der Köperwand entwickeln; die Eier und Sper-

1) Farre, »Observations on some of the higher forms of Polypi. — Philos. Transactions 1837. Reichert, »Ueber *Zoobotryon pellucidus*.« — Abhandlungen der Berliner Akademie, 1869. Busk, »Catalogue of the marine Polyzoa in the British Museum: Chilostomata,« 1852 — 54. Siehe über diese Gruppe Nitsches wichtige »Beiträge zur Kenntniss der Bryozoen.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XX — XXI.

matozoen lösen sich von ihnen ab und fallen in die Leibeshöhle. Von hier wandern sie manchmal in Erweiterungen der Körperwand, sogenannte *Ovicellen* und machen dort ihre ersten Entwickelungs-Stadien durch. In der ganzen Klasse kommt ausserdem Vermehrung durch Knospung vor, allein die Knospen bleiben in der Regel am Stocke hängen; nur bei *Loxosoma* und *Pedicellina* lösen sie sich ab. Einige Polyzoen vermehren sich ungeschlechtlich durch eine Art von Keimkörpern, die sich im Funiculus entwickeln, mit einer eigenthümlichen Schale versehen sind und *Statoblasten* heissen.

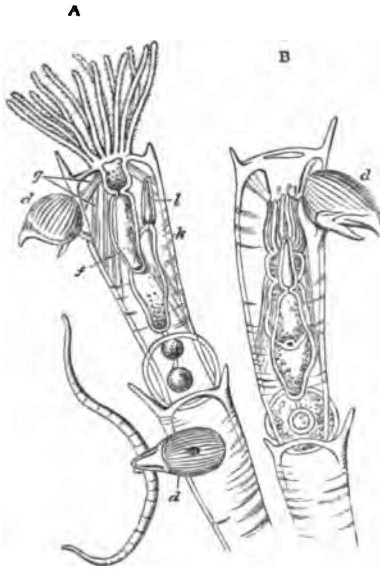


Fig. 124. — *Bugula avicularia*. — A. Theil des Polyzoars, von der neuralen Seite gesehen; die Tentakeln eines Polypids sind aus der Zelle (*k*) hervorgestreckt; *l*. Enddarm; *f*. Magen- und Speiseröhre; *g*. Rückziehmuskeln; *d*, *d*. Avicularien. Eines von diesen hält einen kleinen Wurm. Davor sieht man eine Ovicelle. — B. ein zurückgezogenes Polypid mit einem Avicular (*d*), von der hämalen oder dorsalen Seite.

Bei diesen allgemeinen Charakteren bieten die Polyzoen eine interessante Reihe von Modificationen dar. Nitsche theilt sie in zwei Gruppen: die *Entoprokta*, bei denen der After innerhalb des Tentakeln-Kranzes liegt, und die *Ektoprokta*, bei denen derselbe ausserhalb liegt. Aus der ersten Abtheilung ist die Gattung *Loxosoma* [1], welche an Sertularien und an anderen Polyzoen festsitzt, besonders erwähnenswerth. Es ist ein kleines gestieltes Thier. Das breitere Oberende des Körpers bildet eine schräg abgestutzte Scheibe, deren Ränder in zehn bewimperte Fortsätze ausgehen. Der Mund ist eine querverlängerte schlitzförmige Oeffnung an der Unterseite des Tentakelkranzes. Diese steht durch einen langen Oesophagus mit einem kugligen Magenblindsack in Verbindung. In der Mitte der Scheibe erhebt sich eine kugelförmige Hervorragung, an deren Spitze der After liegt. Die Geschlechter sind in einem Thier vereinigt; die

1) Kowalevsky, »Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Loxosoma neapolitanum.« — Mém. de l'Acad. St. Petersbourg, 1866; O. Schmidt, »Die Gattung Loxosoma«. — Archiv. f. mikrosk. Anatomie. 1875.

Ovarien und Hoden liegen zu beiden Seiten des Magens, und die Spermatozoen dringen direct in die Ovarien ein. Ein Nervensystem hat man bis jetzt bei *Loxosoma* nicht gefunden. Das Thier heftet sich mit der abgestutzten Fläche seines dünnen stielartigen Endes an: dieser Stiel enthält eine Drüse, deren Ausführungsgang im Mittelpunkte der Anheftungsfläche mündet. *Loxosoma* vermehrt sich durch Knospung, allein die Knospen sind in Wirklichkeit nur eine der beiden Arten von Embryonen, die sich aus den befruchteten Eiern entwickeln. Aus der andern Art geht eine Gastrula mit einer grossen postoralen Wimperscheibe, ähnlich wie eine mesotroche Annelidenlarve hervor; ihr schliessliches Schicksal ist noch nicht bekannt.

Die *Ektoprokten* zerfallen in die *Gymnolaemata*, welche ein kreisförmiges Lophophor und kein Epistom besitzen, und die *Phylactolaemata*[1]), welche ein Epistom und gewöhnlich ein in zwei Lappen ausgezogenes sogenanntes hufeisenförmiges Lophophor besitzen.

Unter den *Gymnolaemen* unterscheidet man: die *Cyclostomata* mit runder Oeffnung der Zelle und ohne Deckelapparat, die *Ctenostomata* (s. oben) und die *Chilostomata*.

Alle *Phylactolaemen* sind Süsswasserbewohner; alle *Gymnolaemen* dagegen mit Ausnahme von *Paludicella* leben im Meere.

Das Polyzoarium von *Cristatella* lebt frei und kriecht als Ganzes umher, und auch das von *Lunulites* lebt jedenfalls im ausgebildeten Zustande frei.

Bei den Süsswasser-Bryozoen geht aus dem befruchteten Ei ein freischwimmender planulaförmiger Embryo hervor, der aussen mit Wimpern bedeckt ist. An einem Ende dieses *Cystids* entwickeln sich ein oder mehrere Polypide durch Verdickung der Wand des Sackes.

Bei den gymnolaemen Gattungen *Bugula*, *Scrupocellaria* und *Bicellaria* ist der Embryo bewimpert und mit einem Mund und Augenflecken ausgestattet. Nachdem er eine Zeitlang umher geschwommen ist, verliert er seine Wimpern und setzt sich fest; dann erhält er eine äussere Chitinhülle und wird zu einem blossen Sack oder Cystid, in welchem sich ein Polypid durch Knospung entwickelt; so entsteht die erste Zelle des Polyzoariums.

1) Siehe Dumortier und van Beneden, »Histoire naturelle des Polypes d'eau douce.« — Mém. de l'Acad. Royale de Bruxelles, 1850; ferner die oben citirte Monographie von Allman und Nitsches »Beiträge«.

SCHNEIDER[1]) hat nachgewiesen, dass der merkwürdige *Cyphonautes*, welcher nach ihm Aehnlichkeit mit *Actinotrocha* besitzt und mit einer zweiklappigen Schale ausgestattet ist, die Larve von *Membranipora pilosa* ist. Er besitzt einen Darm, eine Art Schale und mächtig entwickelte Wimperbänder. Allein, wenn er sich festsetzt, verschwinden alle diese Organe, und die Larve verwandelt sich in ein Cystid, aus dem sich wie in den oben geschilderten Fällen ein Polypid entwickelt.

Das charakteristische Polypid der ektoprokten *Polyzoen* wäre also ein Gebilde, das sich auf ähnliche Weise aus dem Cystid entwickelte, wie der *Taenien*-Kopf aus dem sackförmigen Embryo oder wie die *Cercaria* aus der *Sporocyste* oder *Redie*: das Cystid der *Phylaktolaemen* wäre einer *Sporocyste*, das von *Membranipora* einer *Redie* zu vergleichen. Ohne jedoch die Berechtigung dieses Vergleiches bestreiten zu wollen, wird man doch auch den Gedanken ins Auge fassen müssen, dass das Cystid einer blasenförmigen Morula zu vergleichen ist, die Entwicklungsweise des Darmcanales des Polypids demnach der Bildung eines Darmsackes durch Einstülpung entspricht. Ist diese Auffassung des Falles richtig, so ist die Perivisceralhöhle bei den Polyzoen ein durch Entwicklung des Mesoderms mehr oder minder modificirtes Blastocoel.

Der einzige bekannte Vertreter der Gattung *Rhabdopleura*[2]) ist eine aberrante Polyzoenform mit vielen interessanten Eigenthümlichkeiten. Das Polyzoar besteht aus einem kriechenden Stamme mit aufrechten Aesten, deren jeder mit einer kreisrunden Oeffnung endigt und die Zelle eines Polypids darstellt. Der Hohlraum des Stammes ist durch Querscheidewände abgetheilt, und die Mitte desselben wird von einem hohlen Chitinstrange durchzogen, der durch die Scheidewände tritt und sich an sie ansetzt. Das Lophophor gleicht in dem Besitz von zwei mit einer doppelten Tentakelreihe eingefassten Armen demjenigen der lophopoden Phylaktolaemen. Diese Arme sind länger, dünner und mehr cylindrisch als bei andern *Polyzoen* und nähern sich in dieser Hinsicht den Armen der *Brachiopoden*. Ferner sind die Tentakeln auf die sehr biegsamen Arme beschränkt. Zwischen den Basen der Arme befindet sich eine rundliche oder fünfseitige Scheibe mit aufgeworfenen wimpernden

1) SCHNEIDER, »Zur Entwicklungsgeschichte und systematischen Stellung der Bryozoen und Gephyreen.« — Archiv f. mikr. Anat., 1869.

2) Siehe die Abhandlungen von ALLMAN und G. O. SARS im Quarterly Journal of microscopical Science, 1869 und 1874.

Rändern, welche die Stelle des Epistoms der phylaktolaemen Polyzoen einnimmt. Der Mund liegt unter dem freien Rande dieser Scheibe, gegenüber dem After und der Seite, nach welcher die Arme gerichtet sind. Das Thier sitzt am Grunde seiner Zelle oder vielmehr am Endosark des Stammes mittels eines langen beweglichen Stieles fest, der es zurückzieht. Nach Sars geschieht die Vorstülpung, indem es mittels seiner Scheibe an der Wand der röhrenförmigen Zelle emporkriecht. Lankesters Vergleich des Polypids von *Rhabdopleura* mit dem Embryo von *Pisidium* [1]) scheint mir vollkommen berechtigt. Bedeutende Aehnlichkeit in Form und Lage mit den Armen von *Rhabdopleura* scheinen mir die Kiemen von *Nucula* zu haben; doch sind jene wahrscheinlich, wie die Arme der *Brachiopoden*, richtiger mit den Mundlappen der Lamellibranchiaten zu vergleichen.

Polyzoen kommen in fossilem Zustande von der Silurzeit bis auf den heutigen Tag vor, und die ältesten Formen lassen sich auf jetzt lebende Gruppen beziehen.

Die Brachiopoden.

Die *Brachiopoden* sind sämmtlich Meeresthiere mit einer zweiklappigen Schale und sitzen gewöhnlich auf einem Stiele, der zwischen den beiden Schalen im Mittelpunkte des Schlosses oder bei denjenigen Brachiopoden, welche kein Schloss besitzen, durch die diesem entsprechende Stelle hindurchtritt. Sie vermehren sich niemals durch Knospung oder bilden zusammen Organismen. Die Schale ist immer ungleichklappig und gleichseitig, d. h. jede Klappe ist in sich symmetrisch und der andern Klappe mehr oder weniger ungleich. Sie ist eine vom Ektoderm ausgeschiedene Cuticularbildung und besteht aus einer häutigen Basis, welche durch Ablagerung von Kalksalzen, darunter bisweilen grosse Mengen phosphorsauren Kalks (*Lingula*), erhärtet. Bei vielen Brachiopoden finden sich verschieden gestaltete Kalknadeln oder zarte Kalkplättchen in der Wand der Leibeshöhle und der grösseren Sinusse, ferner in den Armen und Cirrhen; manchmal vereinigen dieselben sich zur Bildung eines fest zusammenhängenden Skeletes.[2])

1) Ray Lankester, »On the developmental history of the Mollusca.« — Philosophical Transactions, 1874.

2) Sie sind von Woodward, Lacaze-Duthiers und besonders von Eudes Deslongchamps, »Recherches sur l'organisation du manteau chez les Brachiopodes articulés«, 1864, beschrieben.

Der Körper oder vielmehr derjenige Theil des Körpers, welcher die hauptsächlichsten Eingeweide enthält, ist oft im Verhältniss zu den Klappen der Schale klein. Das Integument ist in zwei breite Lappen ausgezogen, welche denjenigen Theil der Innenfläche der Schalen überkleiden, den die Eingeweidemasse nicht einnimmt. Die freien Ränder dieser Lappen sind verdickt und mit zahlreichen feinen Chitinborsten besetzt, welche wie diejenigen der Anneliden in Follikeln stecken. Zwischen diesen beiden Lappen des Mantels (*pallium*) befindet sich die Mantelkammer, welche hinten durch die Vorderwand der Eingeweidemasse begrenzt wird. In der Mittellinie trägt diese Wand die Mundöffnung; dieselbe liegt in der Mitte einer breitern oder schmälern Fläche, deren Ränder mit zahlreichen bewimperten Tentakeln ausgestattet sind.

Bei *Argiope* nimmt die Mundscheibe einen grossen Theil des gewöhnlich als dorsal bezeichneten Mantellappens ein und ihre Ränder sind einfach mit drei tiefen Einbuchtungen versehen. Bei *Thecidium* sind die Einbuchtungen tiefer und die dadurch entstandenen Falten der Mundscheibe schmäler. Bei den meisten Brachiopoden aber ist die Mundscheibe zu einer blossen Rinne verschmälert und geht auf jeder Seite des Mundes in einen langen spiralig aufgewundenen, von Tentakeln umsäumten Arm aus; daher der Name *Brachiopoden* für die ganze Gruppe. In diesem Falle verschwinden die Tentakeln vom Vorderrande der Mundscheibe und werden durch einen lippenartigen Wulst ersetzt. Jeder Arm enthält einen Canal, der in einem Sacke an den Seiten des Mundes endigt.

Bei *Waldheimia* (Fig. 125) sind die beiden Arme verwachsen und ihre distalen Abschnitte zu einer horizontalen Spirale aufgerollt. Bei vielen Gattungen sind die Ränder der Mundscheibe oder der Arme an Fortsätzen der dorsalen Schalenklappe befestigt.[1]) In diesem Falle sind die Arme nicht vorstreckbar; nach MORSE[2]) jedoch können sie bei *Rhynchonella*, welche kein Armskelet besitzt, aufgerollt und über die Schale vorgestreckt werden.

Der Darmcanal besteht aus einem Oesophagus, einem Magen

1) Siehe die ausgezeichneten Abbildungen von diesen Armskeleten sowie von der Schale und der äussern Gestalt des Körpers überhaupt in WOODWARDS »Manual of the Mollusca«.

2) MORSE, »On the systematic position of the Brachiopoda«. — Proceedings of the Boston Society of Nat. History, 1873.

mit Leberschläuchen und einem Enddarm. Letzterer ist bei der Mehrzahl der Gattungen kurz und endet mit einem Blindsack in der Mittellinie des Körpers (z. B. *Waldheimia*); bei andern ist er lang und mündet rechts vom Munde in die Mantelkammer (z. B. *Lingula*, *Discina*, *Crania*).



Fig. 125. — Seitenansicht der Eingeweide von *Waldheimia australis* (nach HANCOCK, »On the organization of the Brachiopoda«. — Philosophical Transactions, 1858). — *a.* »dorsale«, *b.* »ventrale« Schicht des Mantels; *c.* Vorderwand des Körpers zwischen den Mantellappen; *d.* Arme; *p.* Speiseröhre; *q.* Magen mit den abgeschnittenen Ausführungsgängen der Leber der linken Seite; *r.* rechte Leberlappen; *s.* unten blind endigender Darm; *t.* sogenannte »Vorkammern«; *o.* rechtes »Pseudoherz«, das linke ist fast gänzlich entfernt; *w.* birnförmige Blase an der Hinterseite des Magens; *z.* Oesophagealganglien; *i, j.* Adductor; *k.* Divaricator; *l.* Adjustor; *n.* Stiel.

Der Darmcanal wird von einer äussern Hülle, dem sogenannten Peritoneum umschlossen, und ist daran wie an einem Mesenterium in einer geräumigen »Perivisceral«-Höhle aufgehängt. Die Wände dieser Höhle sind mit Wimpern ausgestattet, durch deren Bewegung die in ihr enthaltene Flüssigkeit in Circulation erhalten wird. Seitliche Fortsätze dieser Hülle — die Gastroparietal- und Ileoparietal-Bänder — verbinden den Magen- und Enddarmabschnitt des Nahrungsschlauches mit der Leibeswand.[1])

---

1 HUXLEY, »Contributions to the anatomy of the Brachiopoda.« — Proceedings of the Royal Society, London, 1854; HANCOCK, »On the organisation of the Brachiopoda«. — Philosophical Transactions, 1858.

Aus der Leibeshöhle erstrecken sich sinusartige verzweigte Verlängerungen in jeden Mantellappen und enden an dessen Rande blind. Die Mantellappen sind wahrscheinlich neben den bewimperten Tentakeln der Sitz der Athmungsthätigkeit. Die Sinusse der Mantellappen von *Lingula* bilden zahlreiche stark contractile, zitzenartige Fortsätze oder *Ampullen*. Während des Lebens kann man die circulirende Flüssigkeit rasch in jede Ampulle ein- und wieder austreten sehen (MORSE, a. a. O. p. 33).

Die Leibeshöhle steht mit der Mantelkammer durch wenigstens zwei, bisweilen vier (*Rhynchonella*) sackförmige Organe in Zusammenhang, die man früher als »Herzen« beschrieben hat, die indessen, wie man jetzt weiss, diese Bedeutung nicht haben. Jedes dieser Organe ist wie ein Trichter gestaltet; das weite Ende, welches sich in die Perivisceralhöhle öffnet, ist stark gefaltet und durch eine Einschnürung von dem engeren Theile, welcher dem Halse des Trichters entspricht, getrennt. Der Letztere zieht schräg durch die Vorderwand des Eingeweidesackes und endet mit einer kleinen Oeffnung in der Mantelhöhle.

MORSE hat bei *Terebratulina septentrionalis* den Durchtritt der Eier durch die Organe beobachtet. Sie werden durch die Thätigkeit der Wimpern, mit denen die Oberfläche des Trichters bedeckt ist, in das offne Ende desselben hineingerissen und gelangen durch die eben erwähnte Oeffnung in die Mantelhöhle..

Wahrscheinlich fungiren diese »Pseudoherzen« zugleich als Harnorgane und als Ausführungsgänge für die Geschlechtsstoffe, und entsprechen den BOJANUSschen Organen der Mollusken und den Segmentalorganen der Würmer.

Zwischen dem Ektoderm und der Membran, welche die Verlängerungen der Leibeshöhle in den Mantel auskleidet, und zwischen dem Endoderm, dem Ektoderm und der Membran, welche die Leibeshöhle selbst auskleidet, befindet sich ein in viele anastomosirende Canäle zerfallener Hohlraum, den ich für einen grossen Theil des eigentlichen Blutgefässsystems halte. An der Rückseite des Magens und an einigen andern Stellen finden sich bei den Brachiopoden mit einem Schalenschloss blasenförmige Erweiterungen der Wand dieser Canäle, die man als Herzen betrachtet hat; allein aus den Beobachtungen verschiedener Forscher an lebenden Thieren geht hervor, dass sie nicht contractil ist; ihre Function ist aber unbekannt. Obwohl die Exi-

stenz eines directen Zusammenhanges zwischen der Perivisceralkammer und den Blutcanälen noch nicht nachgewiesen ist, bildet die Perivisceralkammer doch höchst wahrscheinlich einen Theil des Blutgefässsystems.

Muskeln zur Adduction und Divarication der Schalen und zur Vermittlung anderer Bewegungen des Thieres sind bei den Brachiopoden wohl entwickelt.[1] Sie sind grossentheils quergestreift. Das Nervensystem besteht bei den articulaten Brachiopoden, bei denen es am Besten untersucht ist, aus einem verhältnissmässig dicken, an der ventralen Seite des Mundes gelegenen Ganglienbande, dessen Enden durch eine Commissur verbunden sind, welche den Schlund umfasst und zwei kleine Ganglienanschwellungen trägt. Die letzteren entsprechen wahrscheinlich dem Gehirn-, die erstern den Fussganglien der *Lamellibranchiaten*. Unmittelbar hinter der Fussganglienmasse, von der zwei starke Nerven zum dorsalen oder vordern Abschnitte des Mantels abgehen, befinden sich zwei längliche Ganglien mit einer eigenen Commissur, welche wahrscheinlich den parietosplanchnischen Ganglien der höheren Mollusken entsprechen. Aus diesen Ganglien entspringen die Nerven zum ventralen Mantellappen und zum Stiele.

Bei den inarticulaten Brachiopoden ist unsere Kenntniss des Nervensystems noch sehr mangelhaft. Bei *Lingula* hat Owen zwei seitliche Nervenstränge beschrieben, und diese Beobachtung ist von Gratiolet und Morse bestätigt worden. Der letztere Anatom findet ähnliche Stränge bei *Discina*, und Gratiolet hat bei *Lingula* einen Nervenring beschrieben.[2]

Die Fortpflanzungsorgane liegen in der Leibeshöhle oder in Verlängerungen derselben und sind, wie es scheint, immer von Fortsetzungen der jene Höhle auskleidenden Membran umschlossen. Ob Hermaphroditismus die Regel oder die Ausnahme bildet, ist noch nicht ausgemacht; *Thecidium* ist indessen, wie Lacaze-Duthiers nachgewiesen hat, diöcisch, und nach Morse sind auch *Terebratulina* und *Discina* getrennt-geschlechtlich.

---

1) Siehe Hancock, a. a. O. Owen, Einleitung zu Davidson's »Fossil Branchiopoda«. — Memoirs of the Palaeontographical Society und Transactions of the Zoological Society of London, 1835.

2) Gratiolet, »Recherches pour servir à l'histoire des Branchiopodes«. — Journal de Conchyliologie, 1860.

Die Entwicklung der *Brachiopoden* bedurfte trotz der wichtigen Beobachtungen von F. MÜLLER,[1] LACAZE-DUTHIERS[2] und besonders von MORSE[3] bis vor Kurzem noch sehr der Aufklärung (namentlich hinsichtlich der ersten Zustände des Embryos); erst die Untersuchungen von KOWALEVSKY[4] haben die Lücke unserer Kenntniss für die Gattungen *Argiope*, *Thecidium*, *Terebratula* und *Terebratulina* ausgefüllt.

Das Ei verwandelt sich in eine blasenförmige Morula, in welcher sich durch Einstülpung ein Darmsack bildet; dieser Sack giebt wie bei *Sagitta* zwei Divertikel ab, welche sich vom Darmcanal abschnüren und die Leibeshöhle bilden. Diese ist also ein Enterocoel. Der Embryo streckt sich und zerfällt durch Einschnürungen in drei Segmente, von denen das vordere lange Wimpern und Augenflecken erhält. So erhält das junge Brachiopod grosse Aehnlichkeit mit einer Annelidenlarve. Die Aehnlichkeit wird noch vermehrt durch das Auftreten von vier Borstenbündeln am mittlern Segment, das in eine Art Kragen ausgeht, dessen Ränder Anfangs nach hinten umgeschlagen sind und diese Borsten tragen. Wenn die Larve wächst, stumpft das dritte Segment sich am Ende ab und bildet eine (mit einer Schalendrüse versehene? siehe unten) Fläche, mit der jene sich anheftet. Gleichzeitig verkümmert das erste oder Prästomialsegment, der vom Mittelsegment gebildete borstentragende Kragen stülpt sich um, wächst schnell und erzeugt die Mantellappen, an denen sich die Schalen entwickeln.

Die Aehnlichkeit der Brachiopodenlarven mit einem Polyzoon, besonders mit *Loxosoma*, ist sehr auffallend und rechtfertigt vollkommen den aus dem Studium der ausgebildeten Thiere gezogenen Schluss auf die Verwandtschaft der Polyzoen und Brachiopoden.

---

1) F. MÜLLER, »Beschreibung einer Brachiopodenlarve«. — Archiv f. Naturgeschichte, 1860.

2) LACAZE-DUTHIERS, »Histoire de la Thécidée«. — Annales des Sciences naturelles, 1861.

3) MORSE, »On the early stages of *Terebratulina septentrionalis*«. — Memoirs of the Boston Society of Natural History, 1869; ferner die bereits angeführte Abhandlung.

4) In einer 1874 in Moskau erschienenen Abhandlung, die ich der Freundlichkeit des Verfassers verdanke. Sie ist russisch geschrieben; doch bin ich mit Hülfe eines Freundes im Stande gewesen, mich einigermassen mit ihrem Inhalt bekannt zu machen. (Vergl. ferner HOFMANN und SCHWALBES Jahresbericht, Bd. III. (Literatur 1874) S. 403. D. Uebers.)

Andererseits spricht die Entwicklung der Brachiopoden nicht minder entschieden für ihre nahen Beziehungen zu den Würmern.[1])

Auf den vorigen Seiten sind die Ausdrücke dorsal und ventral in dem Sinne gebraucht, wie sie herkömmlicher Weise von den Conchyliologen angewandt werden. Eine interessante und nicht leicht zu beantwortende Frage aber ist es, wie sich diese dorsale und ventrale Region eines Brachiopoden zur neuralen und haemalen Region eines Polyzoons oder eines Lamellibranchiaten oder eines Gastropoden verhält.

Vergleichen wir eines der articulaten Brachiopoden wie *Waldheimia* in seiner Schale mit einem Polypid eines chilostomen Polyzoons in seiner Zelle, so wird die dorsale Schale dem Operculum, die ventrale der Zelle zu entsprechen scheinen. Ist dieser Vergleich richtig, so müssen beide Mantellappen des Brachiopoden der dorsalen oder haemalen Körperseite angehören; der der sogenannten dorsalen Schale entsprechende würde der vordere und der der ventralen Schale entsprechende der hintere Lappen sein, und die Region der Vorderwand der Mantelhöhle, welche hinter oder unter dem Munde liegt, würde der Neuralseite des Polyzoons entsprechen.

Sind andrerseits die Segmente des Körpers der Brachiopodenlarve echte Somiten und entspricht die scheibenförmige Fläche des hintersten dem ähnlich gestalteten Ende der *Lacinularia*-Larve, wie Morse meint, dann stellt der dorsale Mantellappen wie vorher einen Theil der haemalen Körperfläche dar, der ventrale aber gehört der neuralen Fläche an — kann dann aber nicht mehr eigentlich als Mantel bezeichnet werden, sondern würde eher dem Fusse eines der höheren Mollusken entsprechen.

Unter den Brachiopoden lassen sich zwei Gruppen unterscheiden, die *Articulata* und die *Inarticulata*. Bei den *Articulaten* sind die Schalen durch ein Schloss verbunden, und die ventrale Schale besitzt gewöhnlich Zähne, welche in Gruben an der dorsalen Schale hineingreifen. Die Speiseröhre steigt in der Mittellinie gegen die dorsale Schale empor, während der Enddarm an der gegenüber-

---

1) Die Annahme der ursprünglich von Steenstrup ausgesprochenen und dann mit so vielem Geschick von Prof. Morse verfochtenen Ansicht von der Verwandtschaft der Brachiopoden mit den Würmern (Proceedings of the Boston Society of Natural History, 1873) schliesst meiner Meinung nach die von mir immer vertretene Ansicht von der Verwandtschaft derselben mit den Polyzoen einerseits und mit den höheren Mollusken andrerseits nicht aus.

liegenden oder ventralen Schale herabsteigt und dort blind endet. Oft trägt die dorsale Schale spiralige oder schleifenförmige harte Fortsätze, an denen die Arme ansitzen. Die Schalen werden durch ein Paar Adductoren, welche direct von einer Schale zur andern ziehen, genähert und durch Divaricatoren, welche schräg von der ventralen Schale zu einem medianen Fortsatze — dem Angelfortsatze — des Schlosses der dorsalen Schale hinüberziehen, von einander entfernt. Die Eindrücke von dem Ansatz dieser Muskeln haben bedeutende Wichtigkeit für die Systematik. Sehr oft geht die ventrale Schale in eine Art Delle aus, durch welche der Stiel hindurch tritt, mit dem das Thier sich an Steinen anheftet. An den Seiten des Eingeweidesackes geht der verdickte Rand des dorsalen Mantellappens in den des ventralen Lappens über. Die Schale wird sehr oft von zahlreichen senkrecht auf ihre Oberfläche stehenden Canälen durchzogen, welche Verlängerungen des Mantels enthalten.[1])

Diese Abtheilung enthält folgende Familien: 1. die *Terebratuliden*, 2. die *Spiriferiden*, 3. die *Rhynchonelliden*, 4. die *Orthiden* und 5. die *Productiden*, von denen die zweite, vierte und fünfte ausgestorben und fast ganz palaeozoisch sind, indem keine Art über den Lias hinausgeht, während die Mehrzahl der Arten der beiden andern Familien gleichfalls ausgestorben sind. Die Familie der *Terebratuliden*, die man nicht sicher aus älteren Formationen als dem Devon kennt, ist die einzige, in der seit dem Ende der palaeozoischen Zeit zahlreiche neue Gattungstypen aufgetreten sind.[2])

Die *Inarticulaten* besitzen kein Schloss; ihr Darm mündet in die Mantelhöhle; die Ränder der Mantellappen sind vollständig getrennt. Manche besitzen einen langen Stiel (*Lingula*), andere heften sich mit einem Zapfen an, welcher durch eine Oeffnung oder eine Kerbe einer Schale (*Discina*) oder durch die Fläche einer Schale hindurch tritt. Ein Armskelet fehlt, und die Anordnung der Muskeln ist in vieler Hinsicht anders als bei den Articulaten.

Von allen diesen Familien, mit Ausnahme der *Spiriferiden*, *Orthiden* und *Productiden*, leben noch heutigen Tages Arten, allein sie

---

1) Die Structur der Schale ist besonders von Carpenter untersucht (Reports of the British Association, 1844—1847, und Einleitung zu Davidson's »Fossil Brachiopoda«). Siehe ferner King, Transactions of the Royal Irish Academy, 1869.

2) Suess, »Ueber die Wohnsitze der Brachiopoden«. — Sitzungsbericht der Wiener Akademie, 1857.

sind auch schon in den älteren paläozoischen Schichten vertreten, und *Lingula* gehört zu den ältesten bekannten Fossilien.[1])

Die Mollusken.

Mit dem Ausdrucke *Mollusca* bezeichnet man zweckmässig die *Lamellibranchiaten* und *Odontophoren* (= *Gastropoden*, *Pteropoden* und *Cephalopoden* Cuviers), die sich leicht als Modificationen eines Grundplanes nachweisen lassen. Als solcher lässt sich ein in Bezug auf eine mediane Verticalebene symmetrischer Körper bezeichnen, an dessen einem Ende die Mund- und am andern die Afteröffnung des Darmcanales sich befinden. Dieser Körper besitzt eine ventrale oder *neurale* Fläche, eine gegenüberliegende dorsale oder *hämale* Fläche und eine rechte und linke Seite. Von der neuralen Fläche entspringt gewöhnlich ein musculöser *Fuss*. Das Integument der hämalen Fläche geht im Allgemeinen an den Rändern in eine freie Falte aus; den so umschriebenen Abschnitt des Integumentes nennt man den *Mantel* (*pallium*). Zwischen dem freien Abschnitte dieses Mantels und dem übrigen Körper befindet sich ein Hohlraum, die Mantelkammer, von deren Wandungen aus sich Fortsätze, welche der Athmung dienen, die *Kiemen* (*branchiae*), entwickeln können.

In der Mittellinie der Mantelfläche bildet sich beim Embryo sehr allgemein eine *Schalendrüse*, während die Oberfläche des Mantels eine Cuticularbildung, die *Schale*, absondert. Ein Herz ist gewöhnlich vorhanden und liegt dann in der Mitte des hintern Abschnittes der Hämalregion und besteht aus wenigstens zwei Abtheilungen, einer Vorkammer und einer Kammer. Arterielle Gefässe verzweigen sich oft in ausgedehnter Weise durch den Körper; die venösen Bahnen bleiben dagegen mehr oder minder im Zustande von Lacunen. Die Blutkörperchen sind farblos und mit einem Kern versehen. Besondere Athmungsorgane können fehlen oder in Form von Kiemen oder Lungensäcken vorhanden sein. Wo sie existiren, liegen sie in der zum Herzen zurückkehrenden Blutbahn. Hinter dem Herzen und dem Darm liegen die Harnorgane, welche einerseits nach aussen münden, andrerseits mit dem Blutgefässsystem in Zusammenhang stehen.

Das Nervensystem besteht aus mindestens einem Paar (*Cerebral-*) Ganglien zu den Seiten oder hämalwärts vom Munde und zwei

1) Siehe Davidson, »Monographs of the British fossil Brachiopoda« in den Publicationen der Palaeontographical Society, London.

weiteren Paaren von Oesophagealganglien (den *Pedal*-Ganglien und den parietosplanchnischen Ganglien). Die Letzteren liegen zu den Seiten oder neuralwärts vom Darmcanal und stehen durch Commissuren mit den Ersteren in Verbindung.

Bei der Mehrzahl der Mollusken durchläuft der Embryo ein Stadium, in dem er mit Wimperschnüren oder mit einer einfachen, zwei- oder vieltheiligen Falte des Integuments (*velum*) mit wimpernden Rändern ausgestattet ist, das sich an der Hämalseite der Kopfregion des Körpers, vor der Mantelregion, entwickelt.

Die Haupteigenthümlichkeiten der verschiedenen Molluskenordnungen sind vornehmlich bedingt:

1. durch die Form der Mantelregion und die Ausdehnung der Mantellappen im Verhältniss zum Körper,

2. durch die Zahl und Anordnung der Schalenstücke, welche sich am Mantel entwickeln,

3. durch die Grösse und Gestalt des Fusses und durch die Ausbildung oder mangelnde Ausbildung von Chitin- oder Schalensubstanz in derselben,

4. durch die Entwickelung von Sinnesorganen am Vorderende des Körpers und die Anwesenheit oder Abwesenheit eines unterscheidbaren Kopfes,

5. durch das ungleichmässige Auswachsen der hämalen Körperregion zu einem *Eingeweidesack* und die dadurch bedingte Aenderung der ursprünglichen Richtung des Darms, welche oftmals von einer asymmetrischen Seitendrehung begleitet ist.

1. Die Lamellibranchiaten. — Bei diesen Mollusken sind immer zwei grosse Mantellappen vorhanden, deren Ränder borstenlos sind und die seitlich von der Mittelebene, rechts und links, angebracht sind; jeder dieser Lappen bildet ein Stück oder eine Klappe der Schale; zu diesen treten in einigen Fällen accessorische Stücke, die sich an der medianen Hämalfläche (*Pholas*) oder am Hinterende des Mantels (*Teredo*) entwickelt; oder der Mantel kann ausser seinen Schalenklappen noch eine Kalkröhre abscheiden (*Teredo*, *Aspergillum*). Die Schale selbst besteht aus über einander liegenden Lamellen von organischer Substanz, welche durch Ablagerung von Kalksalzen erhärten. Sie ist eine Cuticularabscheidung von der Oberfläche des Mantels und enthält nie irgendwelche zelligen Gebilde. Je nach der Anordnung ihrer Lamellen aber und nach

der Art und Weise, wie die Kalkablagerung darin stattfindet, kann man an ihr Schichten von verschiedener Beschaffenheit erkennen, welche man als Perlmutterschicht, Prismenschicht und Epidermis unterscheidet.[1])

Die beiden Klappen sind in der Regel über der dorsalen Mittellinie der Hämalfläche des Körpers durch eine nicht verkalkte chitinige Cuticularsubstanz, das sogenannte *Ligament*, verbunden, das gewöhnlich sehr elastisch und so angebracht ist, dass es bei geschlossenen Schalen entweder gedehnt oder zusammengepresst ist. In beiden Fällen wirkt es den Adductoren entgegen und öffnet die Schalen, wenn diese Muskeln erschlaffen. Die Conchyliologen machen in der Regel einen Unterschied zwischen einem innern und einem äussern Ligament; allein in Bezug auf den Körper des Thieres sind alle Ligamente innere, und ihr Innen- oder Aussensein gilt nur in Hinsicht auf die Schlosslinie, die Linie, in der die Ränder der Schalenklappen sich berühren. Bei symmetrischen oder gleichklappigen Lamellibranchien ist jede Klappe innen concav und aussen convex; sie hat in der That die Gestalt eines sehr flachen Kegels, dessen als *Umbo* oder »Wirbel« bezeichnete Spitze umgebogen ist und auf dem hämalen oder, wie man ihn nennt, dorsalen Rande der Klappe liegt oder darüber hinausragt. Sie ist ferner gewöhnlich nach vorn gebogen und liegt daher näher am vordern als am hintern Ende der Schale. Manchmal ist der Wirbel verlängert und einwärts gebogen, oder er kann selbst eine kurze Spiralwindung machen (*Isocardia*, *Diceras*), so dass die Schale eine gewisse Aehnlichkeit mit manchen Gastropodenschalen erhält. Da die Lamellibranchienschale durch Ablagerung neuer Schichten an der Innenfläche der alten in die Dicke und durch Ausdehnung der neuen über die alten hinaus in der Fläche wächst, so stellt die Spitze des Umbo die ursprüngliche Embryonalschale dar, und die Aussenfläche ist gewöhnlich mit concentrischen »Zuwachslinien« versehen, welche die Grenzen der nach einander hinzugekommenen Schichten von Schalensubstanz bezeichnen.

Die aneinander liegenden Ränder der beiden Klappen gehen sehr oft in Erhebungen und Vertiefungen aus, die in einander eingreifen. Die Gestalt und Anordnung der Zähne und Gruben dieses »Schlosses« hat in der systematischen Conchyliologie grosse Bedeutung.

---

1) Siehe CARPENTERS Artikel »Shell« in TODDS »Cyclopaedia«; HUXLEY, »Integumentary Organs«, ebenda.

Die sich an die Klappen ansetzenden Muskeln, nämlich die Adductoren, die Retractoren des Fusses und Mantelmuskeln, erzeugen an der Innenfläche der Schale Eindrücke, welche an der abgenommenen und gereinigten Schale sehr deutlich sind. Mit dem Wachsthum des Thieres nimmt die Entfernung dieser Eindrücke vom Schloss und von einander nothwendig zu, und in manchen Fällen (z. B. bei *Anodonta*, Fig. 126) ist es nicht schwer, eine schwache dreieckige Spur zu finden, die ihre Basis in jedem Adductoreindruck

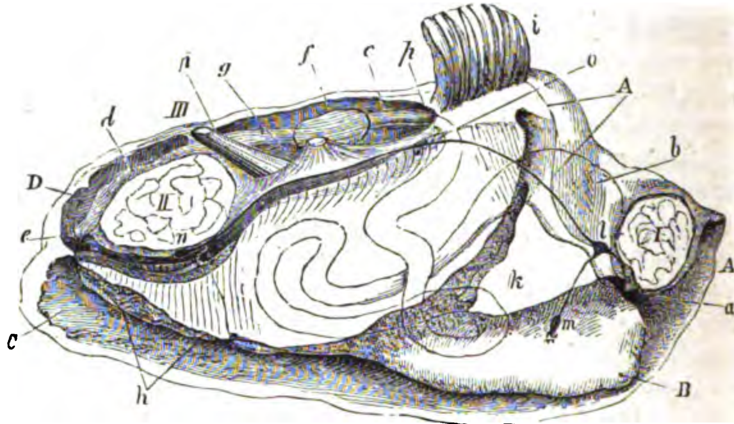


Fig. 126. — Schematischer Längsschnitt durch eine Süsswassermuschel (*Anodonta*). — A A. Mantel, dessen rechter Lappen abgeschnitten ist; B. Fuss; C. Kiemenkammer der Mantelhöhle; D. Afterkammer; I. vorderer Adductormuskel; II. hinterer Adductormuskel; III. Retractor des Fusses; *a*. Mund; *b*. Magen; *c*. Dünndarm, dessen Windungen durch die Wände des Mesosoms hindurch schimmernd gedacht sind; *d*. Rectum; *e*. After; *f*. Herzkammer; *g*. Vorhof; *h*. Kiemen ausser *i*. der rechten äussern Kieme, welche zum grossen Theil abgeschnitten und umgeschlagen ist; *k*. Mundlappen; *l*. Cerebral-, *m*. Pedal-, *n*. parietosplanchnische Ganglien; *o*. Mündung der Niere oder des Bojanusschen Organs; *p*. Pericardium.

und ihre Spitze im Wirbel hat und die allmähliche Verschiebung der Lage des Muskels andeutet.

Einige Lamellibranchien (z. B. *Lima, Pecten*) können durch Auf- und Zuklappen ihrer Schale eine Art Flug im Wasser ausführen.

Bei *Teredo* sind wahrscheinlich die harten und scharfrandigen Schalen die Werkzeuge, mit denen sich dies Mollusk seine Gänge in das Holz bohrt, in dem es lebt. Ob auch bei den *Pholaden* und *Saxicaven* die Schalen das Instrument bilden, mit dem diese Thiere sich ihre Höhlen in hartes Gestein graben, oder ob, wie man angegeben hat, der mit Sand bewaffnete Fuss das Bohrinstrument ist, ist eine Frage, die man oft erörtert, aber schwerlich zu einer befriedigenden Entscheidung gebracht hat.

Die Hämalfläche des Körpers ist entweder flach oder schwach gewölbt und daher der hämale Contour in der Seitenansicht entweder gerade oder convex. Bei den meisten Lamellibranchien ist der Körper symmetrisch in Bezug auf die Medianebene; bei denen mit ungleichklappigen Schalen aber wie bei der Kammmuschel (*Pecten*) und der Auster (*Ostrea*) ist eine Hälfte stärker convex als die andere.

Kein Lamellibranchiat hat einen gesonderten Kopf; bei denjenigen aber, welche zwei Adductormuskeln besitzen (z. B. *Anodonta*), kann die Gegend, in welcher der vordere Adductor liegt, und welche sich vor dem Munde befindet, als *Prosoma* von dem mittlern Abschnitt (*Mesosoma*), aus dem der Fuss entspringt, unterschieden werden, während der hinter dem Fuss gelegene Theil mit dem hintern Adductor das *Metasoma* heissen mag.

Der Fuss kann rudimentär sein, ist aber gewöhnlich sehr gross, biegsam und wird als Fortbewegungsorgan gebraucht. An der Hinterfläche des Fusses findet sich nicht selten eine Drüse, welche eine chitin- oder kalkartige Substanz — den *Byssus* — absondert.

Von den Seiten des Mesosoms, nahe an der Stelle, wo sich die Mantellappen ansetzen, springen die Kiemen in die Mantelhöhle vor.

In ihrer einfachsten Form besteht die Lamellibranchienkieme aus einem von einer Doppelreihe von Fäden umsäumten Stamme (z. B. *Nucula*). Die nächste Stufe der Complication entsteht dadurch, dass sich diese Fäden gewissermassen an ihren freien Enden doppelt umlegen, und zwar so, dass die umgebogenen Abschnitte auf der äussern Seite der äussern und auf der innern Seite der innern Reihe von Fäden liegen. Die freien oder hämalen Enden der umgeschlagenen Fäden treten aber weder mit dem Mantel an der Aussenseite noch mit der andern Kieme an der Innenseite in Zusammenhang. Zarte Balken ziehen von den primären zu den umgeschlagenen Fäden durch den zwischen ihnen bleibenden Raum (*Mytilus*, *Pecten*). Bei den meisten Lamellibranchiaten sind die Kiemen vier längliche Platten, von denen jede eigentlich eine lange, flache Tasche darstellt, die mit ihrem offenen Ende gegen die Hämalfläche des Körpers gekehrt ist. An jeder Seite des Mesosoms liegen zwei Taschen, eine innere (mediale) und eine äussere (laterale)[1]. Ihre Wände sind

1) Die äussere Kieme ist oft kleiner als die innere. Bei Arten von *Lucina*, *Cytherea* und *Tellina* ist nur eine Rinne, und zwar die innere, vorhanden.

durch Querwände verbunden. Sie sind reich bewimpert und von zahlreichen Oeffnungen durchbrochen. Da hinter dem Fusse die Aussenwand jeder Tasche mit dem Mantel und die Innenwand mit der entsprechenden Tasche der andern Körperhälfte verwachsen ist, so bildet der ganze Kiemenapparat eine siebartige Scheidewand zwischen dem Mantel und dem Fusse (Fig. 126) und theilt so die Mantelhöhle in eine suprabranchiale und eine infrabranchiale Kammer. Diese Kammern können aber, da der Hämalrand der Innenwand jeder innern Kiementasche in dem grössern Theile seiner Ausdehnung nicht mit dem Mesosom verwachsen ist, sondern ihm nur dicht anliegt, durch die so gebildete Spalte wie auch durch die Oeffnungen in den blattförmigen Wänden der Kiementaschen mit einander communiciren. Der vordere Theil der Suprabranchialkammer ist durch die Einschiebung des Mesosoms in eine rechte und eine linke Höhle getheilt, an deren Seiten die Oeffnungen der Harn- und Fortpflanzungsorgane liegen. Die Producte dieser Organe treten also rasch in diese rechte und linke Höhle ein. Der hintere Theil der Suprabranchialkammer, in den diese beiden Abtheilungen münden, enthält den Ausgang des Rectums und nimmt die Faeces sowie die Harn- und Geschlechtsstoffe auf; es ist also eine Art Kloake. Seine hintere Oeffnung wird gewöhnlich als Analöffnung der Mantelhöhle bezeichnet. Die Ränder dieser Oeffnung können zu einem Rohre ausgezogen sein, das der *Analsipho* heisst. Vor der Anal- oder richtiger Cloacalöffnung können die Ränder des Mantels vollkommen unverbunden sein. Sehr häufig vereinigen sie sich jedoch und lassen nur eine Oeffnung für den Austritt des Fusses und dahinter eine andere, welche als Kiemenöffnung bezeichnet wird. Die Ränder dieser Oeffnung können sich gleichfalls zu einem Rohre verlängern, welche dann der *Branchialsipho* heisst. Wenn ein Lamellibranchiat ungestört in seinem natürlichen Elemente liegt, so klaffen die Schalen

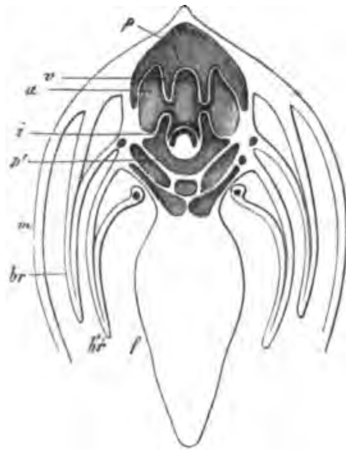


Fig. 127. — *Anodonta.* — Senkrechter Querschnitt des Körpers, das Herz treffend. *a.* Vorhof; *p p'.* Pericardialhöhle; *v.* Kammer; *br.* äussere, *br'.* innere Kieme; *m.* Mantel; *f.* Fuss; *i.* Dünndarm.

genügend, um Wasser frei in die Mantelhöhle ein- und austreten zu lassen, oder wo Siphonen vorhanden sind, werden diese lang ausgestreckt. Die Wimpern, mit denen die Kiemen besetzt sind, schlagen in der Weise, dass sie das Wasser aus der Infrabranchialkammer durch die Kiemenöffnungen in die Suprabranchialkammer treiben. Von dort giebt es nur einen Ausgang durch die Kloake oder den Analsipho, wenn ein solcher vorhanden ist. Zum Ersatz für das so ausgetriebene Wasser tritt durch den Zwischenraum zwischen den Mantellappen, welche die Infrabranchialkammer begrenzen, oder durch den Branchialsipho eine neue Wassermenge ein. Diese Ströme kann man leicht sichtbar machen, indem man langsam etwas fein zertheilten Farbstoff zum Branchialsipho hinfliessen lässt. Derselbe wird dann rasch aufgesogen und nach kurzer Zeit sieht man einen gefärbten Strom aus dem Analsipho austreten. Auf demselben Wege gelangen im Wasser schwebende Nahrungsbestandtheile in den Bereich der Mundlappen, die sie dem Munde zuführen.

Welche Gestalt die Kiemen auch haben mögen, immer werden sie von einem Chitinskelet in Form einer theilweisen oder vollständigen Hülle der queren Kiemengefässe gestützt.

Der Mund wird von Lippen begrenzt, die an jeder Ecke gewöhnlich in zwei »Mundlappen« ausgezogen sind. Manchmal werden die Lippen durch eine ringförmige, in zahlreiche Tentakel ausgehende Falte vertreten (*Pecten*). Organe zum Ergreifen oder Kauen der Nahrung sind nicht vorhanden. Ein weiter kurzer Schlund führt in einen von der Leber umgebenen Magen. Die Leber besteht aus zahlreichen Blindschläuchen, deren Sammelgänge in den Magen münden. Sehr häufig ist ein Divertikel des Pylorusendes des Magens vorhanden, das einen durchsichtigen stabförmigen Körper enthält, den »Krystallstiel«.

Der Darm macht gewöhnlich viele Windungen, erreicht indessen schliesslich an der Dorsalseite des Körpers die Mittellinie und mündet mit dem After in den hintern Abschnitt der Mantelkammer. In der vom Endabschnitte des Darmes durchzogenen Region liegt das Herz. Es besteht aus einem Vorhof und einer Kammer oder aus einer Kammer und zwei Vorhöfen, oder es kann auch in zwei Vorhöfe und zwei Kammern zerfallen (*Arca*). Aortenstämme vertheilen das farblose Blut im Körper, wo es sich in einem mächtigen medianen Venensinus sammelt. Von hier aus tritt es durch die Wände der Harnorgane in die Kiemen, um von da zum Vorhof des Herzens zurück

zu fliessen.[1]) Sehr häufig umfasst die Kammer das Rectum, bei *Ostraea*, *Teredo* und *Anomia* ist sie jedoch ganz frei vom Darm.

Harnorgane oder BOJANUSsche Organe sind gewöhnlich zwei vorhanden, oft mehr oder weniger verwachsen, von dunkler Farbe; sie liegen hinter und unter dem Pericardium und vor dem hintern Adductormuskel, erstrecken sich zu beiden Seiten des Mesosoms nach vorn und werden von so zahlreichen Blutbahnen durchzogen, dass sie ein ganz schwammiges Gewebe besitzen. Die cavernösen Blutsinusse sind von Zellen ausgekleidet, welche die Harnbestandtheile aus dem Blute ausscheiden. Jene treten in Gestalt von harnsäurehaltigen Kalkconcrementen auf. Die Drüse communicirt am einen Ende mit dem Pericard; am andern Ende mündet sie entweder direct an der Körperoberfläche oder in einen Vorhof, der sich nach aussen öffnet. Bei *Ostraea* und *Teredo* scheinen die Harnorgane nur in sehr rudimentärer Form vorhanden zu sein.[2])

Die Mesodermregion, zwischen dem Endoderm und Ektoderm, wird grossentheils von Gefässen, Bindegewebe und Muskelgewebe sowie von den Fortpflanzungsorganen eingenommen, so dass kein grosser Perivisceralraum besteht. Allein es besteht 1. — der schon erwähnte grosse mediane Sinus, der das aus allen Theilen des Körpers zurückströmende Blut aufnimmt und gewöhnlich die *Vena cava* genannt wird. 2. — Ein geräumiger Herzbeutel (*Pericardium*), der das Herz einschliesst. Derselbe steht in Zusammenhang mit dem Venensystem, mithin auch direct oder indirect mit der Vena cava. 3. — Die Hohlräume der BOJANUSschen Organe, welche gewöhnlich frei mit einander communiciren und einerseits in den Herzbeutel, andererseits nach aussen münden. 4. — Bei manchen Lamellibranchiaten münden an der Aussenseite des Körpers, besonders an der Oberfläche des Fusses, Canäle nach aussen. Auf diese Weise steht das Blutgefässsystem direct, wenn auch auf einem Umwege, in Zusammenhang mit dem umgebenden Wasser. Diese sogenannten »Wassergefässe« communiciren innen mit dem Venensystem, von dem sie in der That nur einen Theil zu bilden scheinen. Wahrschein-

---

1) Die Kreislaufsorgane der Süsswassermuschel sind sehr ausführlich von LANGER (Denkschr. d. Wiener Akademie, 1855 und 1856) beschrieben.

2) Ueber die Structur der Harnorgane und viele andere Punkte der Lamellibranchiatenanatomie siehe die Reihe werthvoller Abhandlungen von LACAZE-DUTHIERS in den Annales des Sciences naturelles, Zoologie, 1854—1861.

lich stellen alle diese Hohlräume zusammen die Leibeshöhle, Mantelsinusse und Pseudoherzen eines Brachiopoden dar.

Starke Bündel von gewöhnlich quergestreiften Muskelfasern ziehen quer von einer Klappe der Schale zur andern und nähern dieselben einander, während sie durch die elastische Wirkung des Ligaments von einander entfernt werden. Solcher *Adductoren* oder »Schliessmuskeln« können einer oder zwei vorhanden sein. Wenn zwei vorhanden sind (*Dimyaria*), so liegt der vordere Schliessmuskel vor und hämalwärts vom Oesophagus, während der hintere vor dem Rectum, aber neuralwärts davon liegt. Der Darmcanal als Ganzes liegt also zwischen diesen beiden Muskeln. Ist nur ein Schliessmuskel vorhanden (*Monomyaria*), so ist es der hintere.

Der Fuss wird durch zwei oder drei Paare von Retractoren, von denen gewöhnlich das vordere und das hintere sich dicht neben den Eindrücken des vordern und hintern Schliessmuskels an die Schale ansetzen, zwischen die Klappen der Schale zurückgezogen. Die Vorstreckung des Fusses scheint durch Hineinpressen des Blutes durch die innern Muskeln der Wandungen des Mesosoms und des Fusses selbst zu geschehen.

Jeder Mantellappen ist an der entsprechenden Schalenklappe durch eine Reihe von Muskelfasern befestigt, deren Ansatzstellen einen linienförmigen Eindruck von einem Schliessmuskel bis zum andern erzeugen, die sogenannte »Mantellinie«. Wenn die Siphonen stark entwickelt sind, haben sie Rückziehmuskeln, deren Ansätze so angebracht sind, dass dadurch der hintere Theil der Mantellinie mehr oder minder tief ausgebuchtet oder eingeschnitten erscheint. Daher die Unterscheidung von *integropalliaten* und *sinupalliaten* Lamellibranchien, bei denen die Mantellinie gleichmässig gerundet oder ausgebuchtet ist.

Die *Cerebralganglien* liegen an den Seiten des Mundes und sind durch eine Commissur, welche diesen vorn umgreift, verbunden. Sie geben Aeste an den vordern Theil des Mantels, an die Kiemen, an den vordern Schliessmuskel, an die Mundlappen und an die Theile in der Umgebung des Mundes ab. Die *Pedalganglien* liegen im Fuss oder, wo kein Fuss entwickelt ist, in der entsprechenden Gegend an der Neuralseite des Darmcanals. Jedes ist durch eine Commissur mit dem Cerebralganglion seiner Seite verbunden und giebt Aeste an die Muskeln des Fusses ab. Die *parietosplanchnischen* Ganglien liegen an der neuralen Fläche des hintern Schliessmuskels.

Die langen Commissuren, welche sie mit den Cerebralganglien verbinden, ziehen gewöhnlich durch die Harnorgane hindurch und liegen unter dem Boden des Pericardiums. Jedes dieser Ganglien giebt einen Nerven an die Kieme seiner Seite ab und versorgt den hintern und mittlern Theil des Mantels. Dieser hintere Mantelnerv kann mit dem vordern aus dem Cerebralganglion entspringenden Mantelnerven anastomosiren. Die Ganglien liefern ferner Nerven für den hintern Schliessmuskel, das Herz, das Rectum und die Muskeln der Siphonen, wo solche vorhanden sind. Sie geben Aeste an den Mantel, an die Kiemen und die Eingeweide ab.

Augen entwickeln sich niemals in der Kopfregion der Lamellibranchien, aber bei Vielen (z. B. *Pecten*) liegen an den Spitzen von Papillen des Mantelrandes zahlreiche einfache Augen. Gehörbläschen sitzen fast ausnahmslos mit längeren oder kürzeren Stielen an den Pedalganglien.

Die *Lamellibranchiaten* sind gewöhnlich diöcisch, bisweilen aber auch zwittrig [1]) (z. B. *Cyclas*, einige *Pecten*-Arten, *Ostraea*, *Clavagella* und *Pandora*). Die Fortpflanzungsorgane sind verzweigte, in beiden Geschlechtern ähnlich gebildete Drüsen von einfachem Bau, deren Ausführungsgänge in die Harnorgane oder nahe bei diesen münden.

Aus dem Furchungsprocess [2]) gehen kleinere und grössere Blastomeren hervor, von denen die Ersteren als Epiblast die Letztern als Hypoblast umhüllen.

Am Kopfende des Embryos der meisten Lamellibranchiaten bildet sich ein Velum oder eine Scheibe mit reich bewimperten Rändern und gewöhnlich einem centralen Schopfe von längeren Wimpern. An der dorsalen Seite des Embryos erhebt sich das Integu-

---

1) Die Hoden und Eierstöcke sind bei den zwittrigen *Pecten*-Arten getrennt. Bei *Cardium serratum* enthalten neben einander liegende Schläuche der Geschlechtsdrüsen Spermatozoen oder Eier, oder es können sich auch beide Stoffe in demselben Schlauche entwickeln. Bei der gemeinen Auster enthalten die Geschlechtsschläuche eines Individuums entweder fast sämmtlich Eier oder fast sämmtlich Samen, und wahrscheinlich geht der vorherrschend männliche Zustand dem vorherrschend weiblichen vorauf. Siehe LACAZE-DUTHIERS, »Organes génitaux des Acéphales Lamellibranches«. — Annales des Sciences naturelles, Zoologie, 1854.

2) Siehe LOVÉN, Archiv für Naturgeschichte, 1849; DE QUATREFAGES, »Mémoire sur l'embryogénie des Tarets«. — Annales des Sciences naturelles, Zoologie, 1849.

ment zu einem Wulste mit erhabenen Rändern, der Anlage des Mantels. Der Zerfall der Schale in zwei durch ein nicht verkalktes Gelenk verbundene Klappen ist wahrscheinlich durch die Art und Weise bedingt, wie die später in der Schale auftretende Kalksubstanz sich ablagert. Der Fuss tritt als ein medianer Auswuchs der Neuralfläche des Embryos hinter dem Munde auf. Die Kiemen haben zuerst die Form einzelner fadenförmiger Fortsätze, die sich an der Decke des vordern Theiles der Mantelhöhle an der Stelle, wo der Mantel mit dem Mesosom zusammenstösst, entwickeln und deren Zahl allmählich von vorn nach hinten zunimmt. Bei den Lamellibranchien mit taschenförmigen Kiemen scheinen die zuerst gebildeten Fortsätze zum äussern Blatte der innern Kieme zu werden, indem ihre freien Enden verwachsen, während das innere Blatt dieser Kieme durch das Hervorwachsen einer dünnen, später durchbrochenen Platte aus den verwachsenen Enden der Fortsätze entsteht. Das innere Blatt der äussern Kieme bildet sich aus Kiemenfortsätzen, welche von den festsitzenden Enden der ersten aus sprossen, während das äussere Blatt dieser Kieme auf dieselbe Weise entsteht wie das innere Blatt der innern Kieme.[1])

Nach neueren Beobachtungen sind bei diesen wie bei vielen andern Wirbellosen die Nervenganglien wahrscheinlich umgebildete Einwucherungen des Epiblasts.

Die einfachste Form der Entwicklung bei den Lamellibranchien hat man bei *Pisidium* beobachtet.[2]) Durch den Furchungsprocess zerfällt der Dotter in eine Anzahl gleich grosser Blastomeren. Die so gebildete Morula stülpt sich ein und verwandelt sich in eine Gastrula. Der Blastoporus oder die Einstülpungsöffnung schliesst sich, und da das Epiblast oder die Ektodermschicht des Embryos viel schneller wächst als das Hypoblast oder die Endodermschicht, so bildet das Letztere einen kleinen geschlossenen Sack, den »Urdarm« oder das *Archenteron*, der an einem Punkte der Innenfläche des viel grössern Ektodermsackes sitzt. Die Mesoblastzellen scheinen sowohl vom Epiblast wie vom Hypoblast abzustammen.

Der Mund bildet sich durch eine Einsenkung des Ektoderms am

---

1) Lacaze-Duthiers, »Sur le développement des branchies des Mollusques acéphales lamellibranches«. — Annales des Sciences naturelles, Zoologie, sér. 4. t. IV.

2) Ray Lankester, »On the developmental history of the Mollusca«. — Philosophical Transactions, 1874.

vordern Ende des Körpers, welche gegen den Urdarm hinwächst und sich mit ihm verbindet. Der After entwickelt sich am entgegengesetzten Ende, in der Gegend der ursprünglichen Einstülpungsstelle. An der Neuralfläche des Embryos wächst der Fuss hervor, während der Mantel an der gegenüberliegenden Fläche auftritt. Eine in der Mitte des Mantels gelegene quer längliche, von hohen Zellen auskleidete Einstülpung ist die »Schalendrüse«. Diese entspricht in der Mittellinie dem Ligament und an den Seiten den medialen Abschnitten der späteren Schalenklappen; welchen Antheil sie übrigens an der Bildung dieser Theile hat, weiss man nicht genau. *Pisidium* hat kein Velum.

Sehr eingehend ist in neuerer Zeit die Entwicklung einer der Süsswassermuscheln (*Unio pictorum*) durch Rabl bearbeitet. Der Dotter theilt sich in zwei ungleiche Massen, von denen Rabl die grössere die »vegetative«, die kleinere die »animale« nennt, etwas unzweckmässige Namen, statt deren man »Makromer« und »Mikromer« sagen kann. Jede dieser Massen zerfällt, theils durch einen gewöhnlichen Theilungsvorgang, theils, so das Makromer, durch einen Knospungsvorgang, in Blastomeren, von denen die vom Makromer herstammenden lange Zeit grösser und körnchenreicher bleiben als die vom Mikromer herstammenden. Die Blastomeren ordnen sich nun zu einer Hohlkugel an — der *Blastophaera*. Das ist eine aus einer einzigen Zellenschicht gebildete blasenförmige Morula, deren eine Hemisphäre aus dem Mikromer hervorgegangen ist, die andere aus dem Makromer. Zwei Blastomeren der Makromeralhemisphäre bleiben grösser als die übrigen. Diese Hemisphäre stülpt sich sodann ein, und ihr eingestülpter Theil wird zum Hypoblast. Die beiden eben erwähnten grossen Blastomeren, welche symmetrisch zu beiden Seiten der Medianebene am vordern Rande der Einstülpungsstelle legen, gerathen zwischen das Hypoblast und Epiblast und erzeugen durch ihre Theilung das Mesoblast. Letzteres kann demnach als ein indirectes Erzeugniss des Hypoblasts betrachtet werden.

Der vom Hypoblast gebildete Endodermsack verliert jetzt seinen Zusammenhang mit der Stelle des Embryos, an der er sich eingestülpt hat, und legt sich an die vordere Körperwand an, wo eine Einsenkung des Ektoderms, aus der die Mundhöhle hervorgeht, stattfindet. Der grössere Theil der Mesoblastzellen wird zum Adductormuskel, der anfangs nur in Einzahl vorhanden ist und dem hintern Schliessmuskel des ausgebildeten Thieres entspricht. Eine Schalen-

drüse scheint nicht vorhanden zu sein. Die Schale legt sich zuerst als eine zusammenhängende, noch nicht zweiklappige häutige Cuticula an. Später verkalkt sie und wird zweiklappig. Die Byssusdrüse entwickelt sich als eine Ektodermeinstülpung am hintern Körperende, und die ventrale, der Schale gegenüberliegende Hemisphäre theilt sich durch eine tiefe mediane Furche in die beiden Mantellappen, an denen die charakteristischen pinselartigen Papillen auftreten. Vor der Mundanlage liegen zwei bewimperte Ektodermeinsenkungen, möglicher Weise die Anlagen der Ganglien.

Bei *Unio* und *Anodonta* werden die Jungen in den äusseren Kiementaschen des Mutterthieres ausgebrütet, mit dem sie so wenig Aehnlichkeit haben, dass sie eine Zeitlang für Schmarotzer (*Glochidium*) gehalten wurden. Die Schalenklappen sind dreieckig und haben gekrümmte und gezähnelte Spitzen, mittels deren sich die Larven, nachdem sie das Mutterthier verlassen haben, an Fischen oder andern schwimmenden Körpern anheften. In dieser Lage machen sie eine Art Metamorphose durch, fallen schliesslich ab und sinken als kleine Süsswassermuscheln zu Boden.

Vergleicht man die *Lamellibranchiaten* mit den *Brachiopoden*, so erkennt man, dass Beide mit einander und mit den *Anneliden* die bewimperte oder mit einem Velum versehene Larvenform gemein haben. Ist, wie LANKESTER meint, die Schalendrüse das Homologon der Stieldrüse von *Loxosoma* und den Brachiopoden-Larven, so entspricht der Stiel der Brachiopoden der Mitte der Mantelfläche der Lamellibranchiaten, und die sogenannten dorsalen und ventralen Mantellappen der Brachiopoden den vordern und hinteren Hälften des Mantels bei den Lamellibranchiaten. Das Schloss stände demnach bei den Brachiopoden quer zur Körperachse, bei den Lamellibranchiaten dagegen parallel mit derselben. Ist dieser Vergleich richtig, so können indessen die drei Segmente der Brachiopodenlarve nicht den Segmenten einer Annelidenlarve entsprechen, sondern die beiden hintern Segmente der Brachiopodenlarve müssen einen Auswuchs der Hämalseite des Körpers darstellen; das würde sehr wohl mit der Anordnung des Darmes bei den articulaten Brachiopoden übereinstimmen.

Bei den einfachsten der Lamellibranchiatenformen, z. B. bei *Trigonia*, *Nucula* und *Pecten*, sind die Mantellappen ganz oder fast ganz von einander und von den Kiemen getrennt, und die Letzteren sind entweder einfach federförmig oder doch nur wenig modificirt.

Die Hämalseite des Körpers ist kurz im Verhältniss zur senkrechten Höhe desselben.

Bei den meisten Lamellibranchiaten ist die Hämalseite des Körpers länger; die Kiemen sind blattförmig und die Mantellappen mit einander und mit den Kiemen so verwachsen, dass sie eine Suprabranchialkammer von einer Infrabranchialkammer trennen (*Anodonta*). Bei noch andern sind die hintern Ränder des Mantels nach hinten in kurze Siphonen ausgezogen, aber die Mantellappen bleiben im Uebrigen getrennt (*Cardium*); bei andern sind die Siphonen stark verlängert, und die ventralen Ränder der Mantellappen verwachsen, so dass nur eine kleine Oeffnung für den Fuss bleibt (*Pholas*). Bei den am meisten umgebildeten Formen verlängert sich der Körper mehr und mehr, bis er bei *Teredo* vollständig wurmförmig wird und die Schalen nur einen sehr kleinen Theil des Körpers bedecken.

Der Fuss fehlt als gesondertes Gebilde bei *Ostraea*; bei *Cardium* und *Trigonia* dagegen ist er ein mächtiges musculöses Organ, mit Hülfe dessen das Thier sich eine Strecke weit fortschnellen kann. Der Byssus kann beim jungen Thier vorhanden sein und beim alten fehlen (*Anodonta*). Er kann die Form starker Chitinfäden (*Mytilus*) oder eine Platte von horniger oder kalkiger Beschaffenheit (*Arca, Anomia*) besitzen. Die Ungleichheit der Schalenklappen erreicht ihren Höhepunkt bei den *Hippuritiden*, bei denen eine Klappe die Gestalt eines langen Cylinders oder Kegels haben kann, während die andere eine niedrige Platte ist.[1])

Die Schalen der Lamellibranchiaten gehören zu den häufigsten fossilen Ueberresten aus allen Epochen der Erdgeschichte. In den paläozoischen Formationen ist jedoch das Verhältniss dieser Mollusken zu den Brachiopoden das umgekehrte wie heute, indem die Letzteren sehr zahlreich, die Lamellibranchien dagegen verhältnissmässig spärlich sind. In den älteren Schichten sind die integropalliaten Formen viel zahlreicher vertreten als die Sinupalliaten. Die *Hippuritiden* der Kreide bilden die einzige alte Lamellibranchiatenfamilie, die jetzt ausgestorben ist, und die einzige, welche sich in beträchtlichem Masse von den jetzigen Formen entfernt.

---

1) Eine ausgezeichnete Schilderung der *Lamellibranchiaten* in conchyliologischer Hinsicht siehe bei WOODWARD, »Manual of the Mollusca«.

2. Die Odontophoren. — Bei den zu dieser Abtheilung gehörenden Mollusken kann der beim neugebornen Jungen immer vorhandene Mantel beim ausgebildeten Thier verkümmern. Er ist niemals in zwei Lappen getheilt, kann jedoch dort, wo er die Wand der Kiemenhöhle bildet, geschlitzt oder durchbrochen sein (*Haliotis*, *Fissurella*).

Das Prosom trägt sehr allgemein Tentakeln und Augen. Weil danach ein gesonderter Kopf zu erkennen ist, hat man diese Mollusken *Cephalophoren* genannt, im Gegensatz zu den *Acephalen* oder Lamellibranchiaten und Brachiopoden.

Der Mantel erzeugt gewöhnlich eine Schale, die entweder eine mehr oder weniger verkalkte Cuticularbildung der die Aussenfläche des Mantels bedeckenden Epidermis ist, wenn sie, wie bei den Lamellibranchiaten und Brachiopoden, eine äussere Schale ist, oder sich in einem Sacke im Innern des Mantels als eine innere Schale entwickeln kann. In keinem von beiden Fällen ist sie je zweiklappig, in zwei seitliche Stücke getheilt.[1]) Gewöhnlich besteht sie aus einem Stücke, bei einer Gruppe, den *Chitoniden*, aber aus einer Anzahl von Stücken (nicht über acht), die in einer Längsreihe hinter einander liegen.

Sehr häufig ist Kalk in Form von Körnchen durch das Bindegewebe zerstreut, oder kann auch in Form von Nadeln auftreten (z. B. bei *Doris*).

Das Mesosom ist gewöhnlich in einen musculösen Fuss verlängert, der mit seitlichen Anhängen, den *Epipodien*, versehen sein kann. An der Hämalseite des hintern Theiles des Fusses kann sich eine Chitin- oder Kalkplatte, der »Deckel« (*operculum*), entwickeln. Dieser Deckel scheint dem Byssus der Lamellibranchien, wenn nicht homolog, so doch analog zu sein; sicher ist er nicht einer der Schalenklappen der Letzteren homolog, denn diese sind Mantelbildungen. Die Kante des Mantels bildet eine freie Falte, welche das Mesosom fast oder ganz umgiebt. Bei einer Gattung, *Dentalium*, verwachsen die Ränder des Mantels im grössten Theil ihrer Länge; bei allen übrigen bleiben sie frei. Zwischen den Lappen des Mantels und

---

1) Die eigenthümlichen als *Aptychus* bezeichneten zweiklappigen Platten, welche in den *Ammoniten* vorkommen, sind, was sie auch immer sein mögen, offenbar nicht der Schale der gewöhnlichen Mollusken, welche bei den Cephalopoden von der gekammerten Schale vertreten wird, homolog.

dem Mesosom bleibt ein Raum. Dieser ist gewöhnlich an einer Seite des Körpers viel grösser und bildet die Mantelkammer. In dieser Kammer liegen in der Regel die Kiemen, auch der After mündet dort hinein.

Bei sehr wenigen *Odontophoren* ist die Symmetrie der Körpers ungestört, d. h. liegen Mund und After an entgegengesetzten Enden der Körperachse, und ist die Hämalseite nicht in einen Eingeweidesack ausgezogen (z. B. *Chiton*, *Dentalium*). Bei der grossen Mehrzahl ist ein Eingeweidesack vorhanden. Bei den *Cephalopoden* besteht ein solcher bei gleichzeitiger bilateraler Symmetrie, indem der Mund und der After in der Ebene liegen, welche den Körper in zwei ähnliche Hälften theilt. Bei den meisten Odontophoren aber ist der After auf die eine Seite (gewöhnlich die rechte) gerückt, und bei vielen liegt er sammt der Mantelkammer, in der er enthalten ist, an der Vorderfläche des Körpers.

Der Mund liegt am vordern Körperende, an der hämalen Seite des vordern Theiles des Fusses (abgesehen von den *Cephalopoden*). Er kann mit verschieden beschaffenen Kiefern oder schneidenden Platten aus einer chitinartigen oder verkalkten Substanz versehen sein. Das für die *Odontophoren* charakteristischste Gebilde aber, das nur bei sehr wenigen Gattungen (z. B. *Tethys*, *Doridium*, *Rhodope*) fehlt, ist ein eigenthümlicher Reib- und manchmal Fangapparat, das *Odontophor* oder, wie man ihn oft genannt hat, die »Zunge«, welche am Boden des Mundes angebracht ist (Fig. 128, 129).

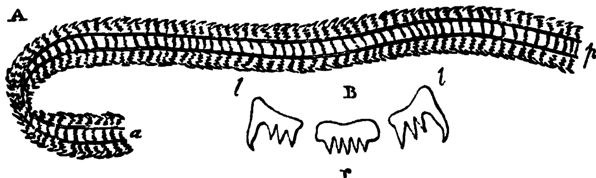


Fig. 128. — *Buccinum undatum.* — A. Radula; B. eine der Querreihen von Zähnen. *a.* vorderes, *b.* hinteres Ende; *c.* mediane, *l.* laterale Zähne. (Nach WOODWARD, »Manual of the Mollusca«.)

Dieser Apparat besteht aus einem Skelet, einer Subradularmembran, die mit der Auskleidung der Mundhöhle zusammenhängt, der *Radula* und den inneren und äusseren Muskeln.

Das Skelet besteht aus zwei Hauptmassen von theilweise faserigem oder ganz knorpligem Gewebe (»Odontophorknorpel«), welche mehr oder weniger verschmelzen können und ausserdem noch in

der Mittellinie durch Binde- oder Muskelgewebe verbunden sind. Ihre vorderen Enden und oralen Flächen sind frei und glatt und gewöhnlich so ausgehöhlt, dass sie eine trogartige Fläche für die Subradularmembran bilden, die auf ihnen ruht. Dazu können noch accessorische Knorpel kommen. Hinten setzt sich die Subradularmembran in einen längern oder kürzern, von einer Fortsetzung des Mundepithels ausgekleideten Sack, die »Zungenscheide«, fort.

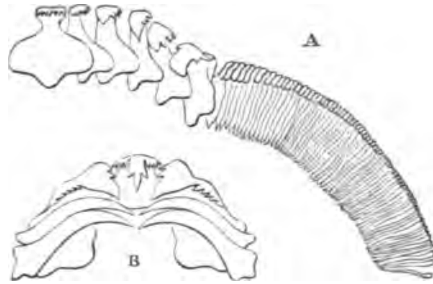


Fig. 129. — A. *Trochus cinerarius*; der mediane Zahn und die Zähne der rechten Hälfte einer Reihe der Radula. B. *Cypraea Europaea*, eine Zahnreihe der Radula (nach WOODWARD).

Die Radula ist ein chitinartiges Cuticularproduct des Epithels der Subradularmembran. Sie ist mit zahnartigen, in einer oder vielen Reihen angeordneten Fortsätzen bewaffnet; solche wachsen am Hinterende, das in dem Sacke der Subradularmembran liegt, beständig nach. So werden die Zähne ebenso schnell von hinten ersetzt, wie sie am Vorderende des Bandes durch die Reibung an dem Futter, das sie zermahlen, abgenutzt werden.

Die inneren und äusseren Muskeln des Odontophors setzen sich einerseits an die hintere und untere Fläche der Odontophorknorpel, andrerseits an die Subradularmembran; einige inseriren sich an den vordern und seitlichen Theilen derselben, andere an ihrem Vorderende, nachdem sie sich über die vorderen Enden der Hauptknorpel hinübergebogen hat. Einige von den Muskelbündeln setzen sich ferner an den Vordertheil der Odontophorknorpel selbst. Durch die Contraction dieser Muskeln wird die Subradularmembran und mit ihr die Radula wie eine Kettensäge vor- und rückwärts über die Enden der Knorpel gezogen und auf diese Weise jeder Körper, der mit den Zähnen in Berührung kommt, zerrieben. Im Ruhezustande ist die Radula von einer Seite zur andern concav, und die Zähne der Seitenreihen, welche senkrecht zu ihrer Ansatzfläche stehen, sind nach innen gegen einander gerichtet. Wenn aber die inneren

Muskeln in Thätigkeit kommen, so wird die Radula, indem sie über die Enden der Knorpel vorgezogen wird, flacher und die Seitenzähne werden infolgedessen aufgerichtet oder gespreizt. Die äusseren Muskeln ziehen vom Odontophor zu den Seitenrändern des Kopfes und schieben den ganzen Apparat vor oder ziehen ihn zurück. Sie können dem vorgeschobenen Ende der Radula eine leckende Bewegung ertheilen, welche von der durch die inneren Muskeln ausgeführten Kettensägenwirkung ganz unabhängig ist.[1]

Das Odontophor entwickelt sich sehr früh, und es wäre interessant zu wissen, ob es bei denjenigen *Odontophoren*, denen es im erwachsenen Zustande fehlt, in der Jugend vorhanden ist.

Speicheldrüsen sind sehr allgemein bei den *Odontophoren* vorhanden[2], und die Leber ist gewöhnlich gross.

Wie bei den Mollusken überhaupt sind die Blutkörperchen farblos und besitzen Kerne. Das Blutplasma ist bei *Planorbis* roth.

Das Herz kann fehlen (*Dentalium*) oder dem der Lamellibranchien in dem Besitz von zwei Vorhöfen gleichen (*Chiton*, *Haliotis*), ja selbst darin, dass es vom Rectum durchbohrt ist (*Haliotis*, *Turbo*, *Nerita*). Gewöhnlich aber besteht es aus einem Vorhof und einer Kammer. Bei den Cephalopoden ist es schwer zu sagen, ob die zwei oder vier Kiemenherzstämme, welche in die Kammer münden, Venen oder Vorhöfe sind. Ein besonderes »Pfortader«-Herz ist bei *Doris* beschrieben.[3]

---

1) In meiner Abhandlung »On the morphology of the cephalous Mollusca« (Philosophical Transactions, 1852) habe ich die Kettensägenbewegung des Odontophors beschrieben, wie ich sie an der durchsichtigen *Firoloides* und *Atlanta* im Leben beobachtet habe. Troschel hat jedoch in seiner ausgezeichneten Monographie (»Das Gebiss der Schnecken«, Lief. I. S. 19, 20, 1856) bemerkt, ich hätte auf die Häufigkeit und Wichtigkeit der durch die äusseren Muskeln hervorgerufenen leckenden Bewegung nicht Nachdruck genug gelegt. Ich bin jedoch auch jetzt noch der Meinung, dass diese Bewegung nicht wohl als eine secundär auf die der Knorpel folgende Bewegung der Radula beschrieben werden kann, sondern vielmehr eine Bewegung des ganzen Odontophors ist. Andrerseits kann es sein, wie mir Mr. Geddes mitgetheilt hat, der auf meinen Rath eine abermalige Untersuchung des Baues des Odontophors unternommen hat, dass die Biegung des vordern Endes der Odontophorknorpel durch die an ihnen sich inserirenden innern Muskeln eine wichtige Rolle bei der Bewegung der Radula spielt.

2) Bei *Dolium* enthält das Speichelsecret freie Schwefelsäure.

3) Hancock and Embleton, »On the anatomy of Doris«. — Philosophical Transactions, 1852.

Besondere Athmungsorgane können fehlen und durch Fortsätze des Körpers oder durch die Wände der Mantelhöhle oder durch die allgemeine Körperoberfläche vertreten sein. Wo Kiemen vorhanden sind, bestehen sie in zahlreichen blattartigen Fortsätzen oder in einer bis vier federförmigen Kiemen. Luftathmung erfolgt durch die Wandungen eines Lungensackes, der eine Modification der Mantelhöhle ist.

Harnorgane in Form von einem oder mehreren nahe am Herzen gelegenen, einerseits nach aussen mündenden, andrerseits meist durch Vermittlung eines drüsigen Gebildes mit dem zurückkehrenden Blutstrom in Beziehung stehenden Säcken sind sehr allgemein vorhanden; in vielen Fällen communiciren diese Harnsäcke direct durch das Pericardium mit den Blutsinussen. Bei manchen *Pteropoden* und *Heteropoden* sind sie rhythmisch contractil.

Wie bei den *Lamellibranchiaten*, so durchziehen bei vielen *Odontophoren* einfache oder verästelte Canäle die Gewebe des Fusses und münden durch einen mehr oder minder deutlich sichtbaren Porus, der gewöhnlich an der untern Fläche des Fusses liegt, nach aussen. Die »Wassergefässe«, wie man sie genannt hat, scheinen in vielen Fällen sich mit ihren innern Enden in die Blutsinusse zu öffnen und so eine directe Verbindung zwischen dem Blut und dem umgebenden Wasser herzustellen. Bei *Pyrula*-Arten fand AGASSIZ, dass farbige Flüssigkeiten, welche in den Porus eingespritzt wurden, eindrangen und überall die Blutgefässe füllten. Allein es ist zweifelhaft, ob diese Canäle als ein besonderes Gefässsystem zu betrachten sind oder als Blutsinusse, die nach aussen münden.

Die Anordnung der Centren des Nervensystems nähert sich bei *Dentalium*[1] am meisten der bei den *Lamellibranchiaten* bestehenden. Zwei Cerebralganglien liegen nahe bei einander an der Hämalseite des Oesophagus. Ein langer Commissurstrang verbindet ein jedes mit einem der Pedalganglien, welche gleichfalls dicht verbunden sind. Eine zweite lange Commissur zieht von den Cerebralganglien nach hinten und besitzt oft an ihrem Ursprunge eine Ganglienanschwellung. Sie verbindet sich mit einem von zwei nahe am After gelegenen und vor demselben durch eine ziemlich lange Quercommissur zusammenhängenden Ganglien. Von diesen Ganglien ent-

1) Siehe LACAZE-DUTHIERS, »Organisation du Dentale«. — Annales des Sciences naturelles, Zoologie, 1856, 1857, 1858.

springen die zur hintern Hälfte des Mantels tretenden Nerven, die zum mittlern Abschnitte desselben gehenden aber aus dem vordern Ende der Commissur oder aus der Ganglienanschwellung. Es scheint unzweifelhaft, dass die nahe am After gelegenen Ganglien sammt den Ganglienanschwellungen am Vorderende der Commissuren, welche jene mit den Cerebralganglien verbinden, den parietosplanchnischen Nerven der Lamellibranchiaten entsprechen, während die Cerebral- und Pedalganglien die Homologa der gleichnamigen Ganglien dieser Mollusken sind.

Ausser dieser Annäherung eines Theiles der Ganglienmasse des parietosplanchnischen Systems an die Cerebralganglien unterscheidet sich *Dentalium* von den Lamellibranchien und gleicht andern Odontophoren noch in dem Besitz eines Systems von *Buccal*-Nerven, welche von den Cerebralganglien entspringen, und in denen sich kleine Ganglien entwickeln. Die Nerven, welche von den Buccalganglien ausgehen, verbreiten sich im Odontophor und seinen Muskeln.

Bei anderen *Odontophoren* sind die beiden Cerebral- und die beiden Pedalganglien mit ihren Commissuren immer nachweisbar; die Zahl der Ganglien aber, welche das parietosplanchnische System darstellen, kann zunehmen, und die vordersten Ganglien dieses Systems können eine bedeutende Grösse erreichen und nicht nur mit den Cerebralganglien, sondern auch mit den Pedalganglien in nahe Beziehung treten.

Bei *Lymnaeus palustris* [1]) z. B. liegen fünf solche Ganglien nahe am Cerebropedalringe. Das vorderste an jeder Seite ist sowohl mit dem Cerebral- wie mit dem Pedalganglion seiner Seite verbunden und sieht ganz aus wie eine Anschwellung in einer zweiten Commissur zwischen diesen beiden Ganglien. Die Ganglien, welche das zweite Paar bilden, sind vorn durch eine kurze Commissur mit den vorigen verbunden, und hinten mit dem fünften unpaaren Ganglion. Das zweite Ganglienpaar giebt die Nerven zur rechten und linken Seite ab.

Bei *Limax* und, wie es scheint, bei den Land-Pulmonaten überhaupt ist die Anordnung im Wesentlichen dieselbe; nur sind alle

---

1) Vergl. Lacaze-Duthiers, »Du système nerveux des Mollusques gastéropodes pulmonés aquatiques«. (Archives de Zoologie, 1872) und die zahlreichen Abbildungen von der Anordnung der Cerebralganglien in seiner Abhandlung über die Otocysten (Ebenda).

Ganglien des parietosplanchnischen Systems zu einer Masse verschmolzen, zwischen der und dem Pedalganglion die Aorta hindurchtritt.

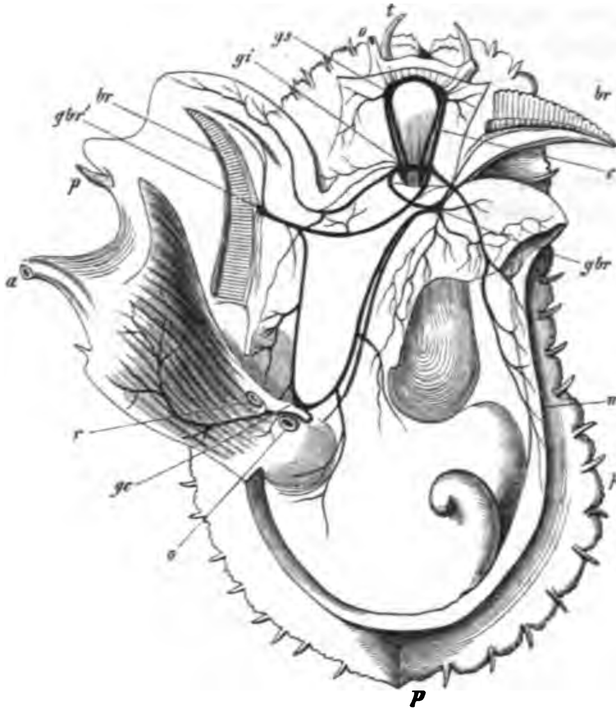


Fig. 180. — Das Nervensystem von *Haliotis*. Das Thier ist nach Entfernen der Schale vom Rücken geöffnet. — *t*. Tentakel; *o*. Augen; *br*. Kieme, *p*. Penis; *r*. Ausmündung der Niere; *a*. After; *ov*. Geschlechtsöffnung; *p*. Epipodium; *m*. Mantelrand; *gs*. Cerebralganglien; *gi*. Pedalganglien; *c*. Cerebropedalcommissuren; *gbr*, *gbr'*. Kiemenganglien; *gc*. parietosplanchnisches Ganglion. (Nach Lacaze-Duthiers.)

Bei *Haliotis*[1]) dagegen sind, während die vorderen parietosplanchnischen Ganglien nahe an den Cerebralganglien liegen und mit ihnen sowie mit den Cerebralganglien so verbunden sind, dass sie eine scheinbar zweite Cerebropedal-Commissur bilden, die Ganglien, welche das zweite Paar bei *Lymnaeus* darstellen, an die Basis der Kiemen gerückt und durch eine lange Commissur mit einander und mit den vorderen parietosplanchnischen Ganglien verbunden. Von den letzteren Commissuren geht die vom linken Kiemenmantel-Ganglion

1) Siehe Lacaze-Duthiers, »Sur le système nerveux de l'Haliotide«. — Annales des Sciences naturelles, Zoologie, 1859.

zum rechten vordern parietosplanchnischen Ganglion und umgekehrt.

Was die Lagerung der Cerebral- und Pedalganglien bei den *Odontophoren* betrifft, so ist die häufigste Anordnung so, dass die Cerebralganglien über dem Oesophagus liegen und durch zwei längere oder kürzere Commissuren an jeder Seite mit den Pedal- und den vorderen parietosplanchnischen Ganglien verbunden sind, welche Beide unter oder hinter dem Oesophagus liegen. In vielen Fällen aber (bei den meisten *Nudibranchiaten*) sind die Pedal- und parietosplanchnischen Ganglien näher an die (supraoesophagealen) Cerebralganglien herangerückt und durch lange suboesophageale Commissuren verbunden. Bei Anderen, so bei den meisten *Pteropoden*, liegen die Pedal- und parietosplanchnischen Ganglien unter dem Oesophagus, während die näher an sie herangerückten Cerebralganglien durch eine supraoesophageale Commissur verbunden sind.

In der Gegend des Herzens und der Kiemen entwickeln sich häufig an den Nerven des parietosplanchnischen Systems accessorische Ganglien.

Ueber die ganze Länge des Darmcanales, an den Geschlechtsorganen und an verschiedenen Theilen des Gefässsystems verbreitet sich bei vielen *Odontophoren* ein complicirtes System von Eingeweidenerven.[1]

Gewöhnlich sind zwei Gehörbläschen vorhanden und sitzen meistens scheinbar auf den Pedalganglien. Bei den *Heteropoden* aber, bei vielen *Nudibranchiaten*, wie Hancock nachgewiesen hat, und bei zahlreichen Gattungen von Kiemen- und Lungen-Gastropoden, welche von Lacaze-Duthiers[2]) sorgfältig untersucht sind, scheint kein Zweifel darüber zu sein, dass die Gehörnerven von den Cerebralganglien entspringen, selbst wenn die Otocysten dicht an den Pedalganglien liegen.

1) Siehe besonders Hancock and Embleton, »The anatomy of Doris«. — Philosophical Transactions, 1852.

2) Lacaze-Duthiers, »Otocystes des Mollusques«. — Archives de Zoologie expérimentale. 1872. In dieser Abhandlung ist der Ursprung der Gehörnerven aus den Cerebralganglien bei so vielen Lungengastropoden (*Limax, Arion, Testacella, Clausilia, Zonites, Helix, Succinea, Physa, Lymnaeus, Ancylus*) und Kiemengastropoden (*Neritina, Paludina, Cyclostoma, Pileopsis, Calyptraea, Natica, Nassa, Trochus, Murex, Cassidaria, Purpura, Patella, Haliotis, Philine, Aplysia,*

Geruchsorgane existiren sicher bei den *Cephalopoden* in Gestalt von sackförmigen Einsenkungen des Integumentes in der Nähe der Augen, und höchst wahrscheinlich versieht das Integument der Tentakeln oder der Lippen bei den Gastropoden die gleiche Function.

Augen sind allgemein vorhanden und auf zwei am Kopfe gelegene beschränkt. Sie haben in ihrem Bau Aehnlichkeit mit dem der Wirbelthiere, insofern sie eine concave Retinaausbreitung und gewöhnlich vor dieser einen Glaskörper, eine Linse und eine Hornhaut besitzen. Allein sie unterscheiden sich von den Augen der Wirbelthiere und gleichen denen andrer Wirbellosen darin, dass die den Stäbchen und Zapfen entsprechenden Gebilde an der dem Licht zugewandten Fläche der Retina liegen, so dass die Fasern des Sehnerven durch die Pigmentschicht treten müssen, um zu ihnen zu gelangen.

Die Fortpflanzungsorgane der *Odontophoren* sind sehr verschiedenartig gebildet. Sie können entweder diöcisch oder monöcisch sein, und jeder Typus der Fortpflanzungsorgane kann verschiedene Stufen der Complication zeigen. Die diöcischen Geschlechtsorgane sind in zwei Hauptformen vertreten: bei der einen hängt der Ausführungsgang des Eierstockes oder Hodens mit der Drüse continuirlich zusammen; bei der andern mündet der Ausführungsgang in einen Sack, in den die Eier und Spermatozoen durch Platzen der Follikel, in denen sie sich entwickeln, gerathen. Letztere Anordnung findet sich bei den *Cephalopoden*; erstere scheint bei den übrigen diöcischen *Odontophoren* die vorherrschende zu sein.

Bei diesen liegt die verästelte Geschlechtsdrüse nahe an der Leber. Beim Weibchen besitzt der Eileiter in der Regel kurz vor seinem Ende eine uterusartige Erweiterung, welche allgemein in der Mantelhöhle an der rechten Seite des Körpers liegt. In einigen seltenen Fällen (*Paludina*, *Neritina*) kann eine Erweiterung oder ein besonderer blasenförmiger Anhang des Uterus als Samenblase dienen, und bei *Paludina* mündet nach Leydig eine Eiweissdrüse in denselben.

Lamellaria) nachgewiesen, dass eine breite Basis für die Verallgemeinerung gegeben, dass diese Art des Ursprungs allgemein ist. Ausserdem gilt nach Lacaze-Duthiers dasselbe von den *Cephalopoden*. Unter solchen Umständen drängt sich die Frage auf, ob die Verbindung der Otocystennerven mit den Pedalganglien, welche allgemein bei den Lamellibranchiaten besteht, ihren wahren oder nur ihren scheinbaren Ursprung bezeichnet.

Ein Penis ist nicht immer vorhanden. Wo er besteht, ist er ein musculöser Fortsatz des Mesosoms, dem der Same aus der Oeffnung des Vas deferens durch eine Furche zugeleitet wird, oder er kann auch vom Vas deferens durchzogen sein, das dann an der Spitze desselben oder nahe daran ausmündet.

Bei allen bis jetzt gehörig untersuchten monöcischen *Odontophoren* ist eine als »Zwitterdrüse« (*ovotestis*) bezeichnete Geschlechtsdrüse vorhanden, in der sich Spermatozoen und Eier zugleich entwickeln. Nur bei der anomalen Gattung *Rhodope* (Kölliker) bilden sich die Spermatozoen und Eier in getrennten Blindschläuchen. Bei allen Uebrigen ist jeder Drüsenschlauch zwittrig, gewöhnlich aber entwickeln sich die Spermatozoen und die Eier in verschiedenen Theilen des Schlauches. Der Ausführungsgang kann bis zu seinem Ende an der Geschlechtsöffnung einfach bleiben oder nur unvollkommen in zwei Halbcanäle getheilt sein (*Pteropoden*, *Pleurophyllidien*, *Umbrella*, *Aplysia*), oder er kann sich erst theilweise und dann vollständig in einen Eileiter und einen Samenleiter trennen (*Nudibranchiaten*, *Pleurobranchiaten*, *Pulmonaten*).

Im ersteren Falle ist nur eine Geschlechtsöffnung vorhanden. Der gemeinsame Gang nimmt gewöhnlich das Secret einer Uterusdrüse auf, welche die Gestalt einer besondern Eiweissdrüse annehmen kann, und kurz vor seinem äussern Ende mündet eine Samentasche (*receptaculum seminis*) in denselben, während an der männlichen Seite eine Samenblase (*vesicula seminalis*) und ein vorstülpbarer Penis hinzukommen kann. Der Penis kann jedoch von der Geschlechtsöffnung entfernt liegen, und dann führt eine Rinne an der Aussenseite des Körpers zu ihm hin (*Aplysia*). Im letzteren Falle sind zwei Geschlechtsöffnungen vorhanden, eine für die männlichen und eine für die weiblichen Organe, die aber in einen gemeinsamen Vorhof münden können. Der Penis ist eine vorstülpbare Einsenkung des Integumentes, an der das Vas deferens mündet. Mit Letzterem ist gewöhnlich eine Prostatadrüse verbunden, und kurz vor der Oeffnung kann ein sackförmiger Anhang vorhanden sein, der einen harten spitzigen Körper, den sogenannten »Liebespfeil« (*spiculum amoris*) enthält (*Doris, Heliciden*). In den Uterus mündet eine Eiweissdrüse, und mit der Scheide hängt eine Samenblase zusammen.

Bei den *Cephalopoden* und den *Pulmonaten* werden Spermatophoren gebildet, mittels deren die Spermatozoen in die weiblichen Organe gebracht werden. Bei den Letzteren sind es mit einer Rinne

versehene Bänder oder eine unvollkommne Röhre aus einem erhärteten Schleim, den der bei der Begattung mit Spermatozoen erfüllte Penis absondert. Bei den Ersten sind es geschlossene Säcke von sehr complicirtem Bau.

Bei der grossen Mehrzahl der *Odontophoren* verlässt das Junge das Ei als ein *Veliger*, ganz ähnlich dem der *Lamellibranchiaten*. Das Velum wird gewöhnlich zweilappig, und manchmal (*Heteropoden*) gehen seine Ränder in viele tentakelförmige Fortsätze aus. Bei allen *Pteropoden* und Kiemen-*Gastropoden* ist ferner die Larve, mag das erwachsene Thier einen Mantel und eine Schale besitzen oder nicht, mit beiden ausgestattet; die Schale ist anfangs eine einfache kegelförmige, symmetrische Kappe, die sich in der Mittellinie des Mantels entwickelt. Die Augen treten hinter dem Velum auf und die Tentakeln vor oder auf demselben.

Während die Entwicklung des Embryos bei den *Odontophoren* im Allgemeinen ziemlich gleichförmig verläuft, bestehen im Einzelnen grosse Verschiedenheiten.

Bei *Paludina* [1]) sind die aus der Dottertheilung hervorgehenden Blastomeren von gleicher Grösse. Sie ordnen sich zu einer blasenförmigen Morula an, welche sich einstülpt und zu einer Gastrula der einfachsten Art wird. Die Einstülpungsöffnung (Blastoporus) wird zum After, während der Mund sich am Vorderende des Embryos durch eine Einstülpung des Ektoderms bildet, die dem blinden Ende des Archenterons oder Urdarms entgegenwächst und sich schliesslich mit ihm verbindet. Hämalwärts vom Munde entwickelt sich ein wimperndes Velum, und in der Mitte der den Mantel erzeugenden Fläche tritt eine »Schalendrüse« auf.

Bei *Lymnaeus* [2]) führt die Furchung gleichfalls zur Bildung gleichgrosser Blastomeren, mit oder ohne ein Zwischenstadium der Ungleichheit, und die blasenförmige Morula stülpt sich ein und bildet den Urdarm. Der Blastoporus ist länglich, und es hat den

---

1) Ray Lankester, »On the coincidence of the blastopore and anus in *Paludina vivipara*«. — Quarterly Journal of microscopical Science, 1876. (Lankesters Angaben über den Uebergang des Blastoporus in den After sind in neuester Zeit durch Bütschli bestätigt; siehe dessen »Entwicklungsgeschichtliche Beiträge«. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIX. S. 216. D. Uebers.)

2) Ray Lankester, »Observations on the development of the Pond snail.« — Quarterly Journal of microscopial Science, 1874. C. Rabl, »Die Ontogenese der Süsswasser-Pulmonaten«. — Jenaische Zeitschrift, 1875.

Anschein, als ob sein Vorder- und Hinterende mit dem Mund und After zusammenfallen oder vielleicht darin übergehen.

Bei den meisten *Odontophoren* ist die Furchung eine ungleiche und führt schliesslich zur Bildung grosser und kleiner Blastomeren (Makromeren und Mikromeren). Die Letzteren bilden eine Schicht, welche allmählich über die Makromeren hinüberwächst und sie umschliesst. Dies führt augenscheinlich zu demselben Resultat wie eine Einstülpung. Die eingeschlossenen Makromeren und deren Abkömmlinge verwandeln sich entweder in den Urdarm und dessen Anhänge und einen grössern oder kleinern Theil des Mesoblasts, oder ein Theil von ihnen kann als Nahrungsdotter dienen.

Bei den *Pteropoden* und *Heteropoden*[1]) sowie bei *Nassa*, *Natica* und *Fusus*[2]) schliesst sich der Blastoporus oder die vom Rande der die Makromeren umwachsenden Mikromerenschicht umschriebene Oeffnung, entspricht aber in seiner Lage der Ektodermeinstülpung, aus welcher der spätere Mund hervorgeht. Der After ist eine Neubildung.

Bei Land-*Pulmonaten* wie *Limax* gehen aus der Dottertheilung Makromeren und Mikromeren hervor, und die Letzteren umwachsen die Ersteren. Was aus dem Blastoporus wird, ist unbekannt, doch bin ich geneigt, anzunehmen, dass er in seiner Lage dem Munde entspricht. Letzterer legt sich sehr früh als eine trichterförmige, von seitlichen Lippen begrenzte Ektodermeinstülpung an. Dahinter wächst der Fuss hervor und erreicht rasch eine beträchtliche Grösse. Sein hinteres Ende plattet sich von oben nach unten ab und verwandelt sich in einen scheibenförmigen Anhang, dessen gegenüberliegende Wände durch netzförmige Muskelzellen verbunden sind. Dieser Anhang erweitert und contrahirt sich rhythmisch. Die Makromeren bilden eine von einer kugligen Erweiterung des grössern Theiles der Hämalwand des Körpers umschlossene grosse Masse. Diese Erweiterung verdient den Namen Dottersack mit noch mehr Recht als das so benannte Gebilde bei den *Cephalopoden*, da es morphologisch dem Dottersacke der Wirbelthiere noch genauer entspricht. Zwischen diesem Sacke und dem Fusse verwandelt sich der geringe Rest der Hämalwand in den Mantel.

---

1) H. Fol, »Etudes sur le développement des Mollusques. — Archives de Zoologie expérimentale, 1875, 1876.

2) Bobretzky, »Studien über die embryonale Entwickelung der Gastropoden.« — Archiv f. mikrosk. Anatomie, 1876.

Die Wandungen des Dottersackes führen Contractionen aus, welche manchmal, jedoch nicht immer mit denen des Fussanhanges abwechseln. An beiden Seiten davon treten die »Urnieren« auf, eine gebogene längliche Reihe von Zellen, in denen sich Concretionen entwickeln, und welche in einen Gang ausgehen, der an der hintern Fläche des Dottersackes, nahe am Mantel, mündet. Der Ursprung des Darmcanales ist noch nicht genau untersucht; in jedem Falle nimmt nur ein sehr kleiner Theil der Endodermzellen an seiner Bildung Theil, und der Urdarm ist zuerst ein Sack, der den kleinen von der Mantelanlage gebildeten Vorsprung fast ganz ausfüllt. Die Mundeinstülpung des Ektoderms erzeugt das Odontophor und wächst quer durch die Basis des Fusses, um sich schliesslich in den Urdarm zu öffnen.

Die Mantelfalte, welche über die Athmungsöffnung hinüberhängt, tritt sehr früh auf. Unmittelbar darauf ist der Dünndarm als ein kurzer Schlauch sichtbar, der vom Urdarm an die Oberfläche zieht, dort aber Anfangs noch keine Oeffnung besitzt.

Bei fortschreitender Entwicklung findet eine Bewegung des Makromerentheiles des Dotters in genau entgegengesetzter Richtung wie beim Nahrungsdotter der *Cephalopoden* statt, nämlich vom Dottersack in den sich beständig vergrössernden Fuss. Ihn begleitet der Darmcanal; nur der After bleibt in seiner ursprünglichen Lage. Der beständig länger werdende Darmcanal legt sich in Falten; dazwischen ordnet sich der Makromerentheil des Dotters, der sich allmählich aus dem immer kleiner werdenden Dottersack zurückzieht, um die Schlingen des Dünndarmes an. Schliesslich verwandelt er sich zum grössten Theile in die Leber.

Die Schalenanlage tritt in Gestalt einiger subkrystallinischen Kalkplatten an der Innenseite des Ektoderms auf.[1]

Die Entwicklung von *Helix* ist ähnlich derjenigen von *Limax*; nur geht der Dünndarm in den grossen Dottersack statt in den Hohlraum des Mesosoms über. Die Schale ist nach GEGENBAUR zuerst eine innere wie bei *Limax*. In keinem von beiden Fällen aber ist das Verhältniss der Schalendrüse zur Schale ermittelt.

Der Entwicklungsvorgang scheint bei den *Pulmonaten* in beträchtlichem Masse zu variiren. Nach SEMPER[2] nimmt bei einer

1) Vergl. GEGENBAUR, »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Landgastropoden«. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. S. 371.

2) C. SEMPER, »Entwicklungsgeschichte der *Ampullaria polita*«. Utrecht, 1862.

Vaginulus-Art nach der Furchung der Embryo die Gestalt eines Cylinders an, an dessen einem Ende die Anlagen der Tentakeln und der Lippen auftreten, während an den Seiten eine Längsleiste den Mantelrand bezeichnet und die mehr convexe Mantelgegend gegen den flachen Fuss begrenzt. Eine Schale bildet sich nicht.

Bei *Lymnaeus* [1]) findet, wie bereits angegeben, eine totale Dottertheilung statt und die daraus hervorgehende blasenförmige Morula bildet durch Einstülpung das Hypoblast. Nur der mittlere Theil des Urdarmes wird jedoch zum Darmcanal. Aus den seitlichen Theilen, welche die Gestalt rundlicher Säcke annehmen, geht nicht unwahrscheinlicher Weise wie bei den *Brachiopoden* die Leibeshöhle hervor; doch ist dies nicht erwiesen. Der Mund entsteht durch Bildung einer Oeffnung in dem verwachsenen Endoderm und Ektoderm nahe dem Vorderende des Körpers. An jeder Seite des Mundes entwickelt sich ein querer wimpernder Wulst des Ektoderms und bezeichnet den Rand des Velums andrer Molluskenembryonen. Eine dahinter und an der dem Munde gegenüberliegenden Seite des Embryos befindliche erhabene Ektodermstelle stellt den Mantel dar: Der Fuss legt sich als eine Papille unmittelbar hinter dem Munde an. Durch eine Einsenkung in der Mitte des Mantelektoderms entsteht eine Schalendrüse, die eigentliche Schale aber entwickelt sich unabhängig davon als eine Absonderung der ganzen Manteloberfläche.

Der Embryo von *Lymnaeus* besitzt also ein unvollkommen entwickeltes Velum und gleicht in allen wesentlichen Punkten dem mit Velum ausgestatteten Embryo von Lamellibranchiaten, Pteropoden und Gastropoden, während *Limax* und *Helix* weder das Velum (wenn es nicht durch den vordern contractilen Sack vertreten ist) noch die äussere Embryonalschale besitzen.

Die Entwicklung der *Cephalopoden* ist von derjenigen der übrigen Mollusken sehr verschieden und wird unten bei den *Cephalopoden* behandelt werden.

Die niedersten Formen der *Odontophoren* sind die *Polyplacophoren* oder *Chitoniden* und die *Scaphopoden* oder *Dentaliden*. Die bilaterale Symmetrie ihres Körpers ist vollständig oder doch fast vollständig ungestört, und die hämale Körperwand ist flach oder nahezu flach; ein Eingeweidesack ist nicht vorhanden.

---

1) Ray Lankester, »On the development of the Pond snail.« a. a. O.

Die Polyplacophoren. — Die Chitonen (Fig. 131, I) sind längliche Nacktschnecken-ähnliche Thiere, mit dem Munde an einem und dem After am entgegengesetzten Körperende. Ein rundlicher Lappen überragt den Mund, trägt indessen keine Augen und Tentakeln, und ein eigentlicher Kopf fehlt. Die Ränder des Mantels sind

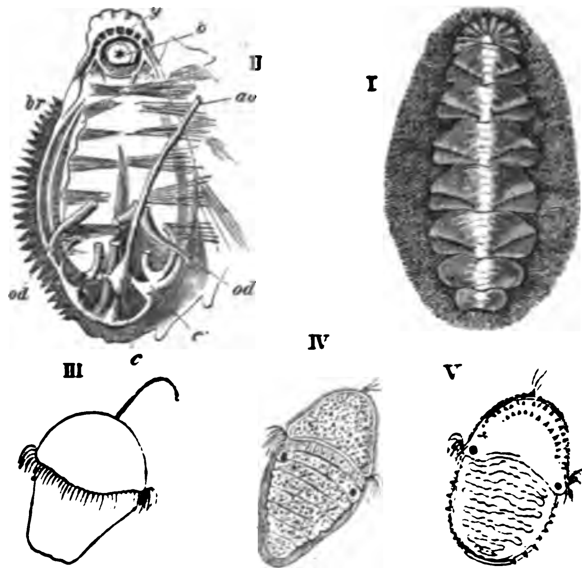


Fig. 131. — I. Chiton Wossnessenskii. (Nach Middendorf.)
II. Organisation von *Chiton*: *o.* Mund; *g.* Nervenring; *ao.* Aorta; *c.* Herzkammer; *c'.* ein Vorhof; *br.* linke Kieme; *od.* Eileiter. (Nach Cuvier.)
III. IV. V. Entwicklungsstadien von *Chiton cinereus*. (Nach Lovén.)

verdickt, ragen indessen wenig hervor, so dass die Mantelhöhle eigentlich nur eine längliche Rinne nach unten und innen von dem verdickten, bisweilen mit Borsten besetzten Rande ist. In der Gegend, in welcher sich diese Borsten finden, ist die Oberfläche des Mantels von einer dicken Cuticula bedeckt. Die Borsten, welche blos chitinig oder vollkommen verkalkt sein oder sich theils in dem einen, theils in dem andern Zustande befinden können, entwickeln sich in von Ektodermzellen ausgekleideten Taschen.[1] In der Mantelrinne liegen die kurzen blattförmigen Fortsätze, welche die Kiemen darstellen. Die Schale ist ganz anders beschaffen, als bei

---

1) J. Reincke, »Beiträge zur Bildungsgeschichte der Stacheln u. s. w.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXIII. S. 305.

irgend einem andern Mollusk. Sie besteht aus acht in die Quere gezogenen symmetrischen Stücken, die hinter einander aufgereiht durch Gelenke verbunden sind und derartig über einander greifen, dass der hintere Rand des einen den vordern des nächsten bedeckt. Das aus einer unpaaren medianen Kammer und zwei seitlichen Vorkammern bestehende Herz liegt in der Mittellinie über dem Enddarm am Hinterende des Körpers; die Aorta bildet eine Verlängerung seines vordern Endes, während die Kammern das Herz aus den Kiemen aufnehmen. Bei *Chiton piceus* communicirt nach SCHIFF[1]) jede Vorkammer durch zwei Oeffnungen mit der Kammer, und die Vorkammern sind hinten verbunden. Das Geschlechtsorgan ist median und symmetrisch; seine zwei Ausführungsgänge münden zu beiden Seiten vom After, nicht weit von demselben.

Der Embryo verlässt das Ei als ein ovaler Körper, der nahe am Vorderende von einem Wimperreifen umgeben ist, hinter dem an jeder Seite ein Augenfleck auftritt (Fig. 131, III). Die Segmente der Schale legen sich an, während der junge Chiton noch frei umherschwimmt, und die vor dem Wimperreifen gelegene Scheibe verwandelt sich in den Lappen über dem Munde (Fig. 131, IV, V).

Die Chitonen haben von der Silurzeit an bis auf den heutigen Tag existirt, anscheinend mit sehr geringen Veränderungen.

Die Scaphopoden.[2]) — Bei *Dentalium* ist die Schale langgestreckt, kegelförmig und gekrümmt, wie ein Elephanten-Stosszahn mit abgebrochner Spitze, und an beiden Enden offen. Das Thier hat einen grossen, in Gestalt der Schale entsprechenden Mantel, der gleichfalls an beiden Enden offen, und dessen Ränder an der grössern vordern Oeffnung verdickt sind. Der am Ende von einer Art Becher, dessen Rand mit Papillen besetzt ist, befindliche Mund liegt weit hinter der vorderen Mantelöffnung. Hinter dem Mundbecher, wo der Körper sich mit dem Mantel verbindet, liegt ein querer

---

1) M. SCHIFF, »Beiträge zur Anatomie von Chiton piceus.« — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IX. S. 12.

2) Eine sehr vollständige und genaue Schilderung der Organisation von *Dentalium* findet sich in der Monographie von LACAZE-DUTHIERS, »Histoire de l'organisation, du développement, des moeurs et des rapports zoologiques des Dentales.« — Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, 1856, 1857, 1858.

Muskelwulst, von dem eine grosse Anzahl langer Tentakeln ausgehen, die durch die vordere Mantelöffnung hervorgestreckt werden und die Rolle von Fangorganen spielen. Hinter und unter dem Mundbecher entspringt der sehr lange subcylindrische Fuss. Nahe an seinem Ende befinden sich zwei fleischige seitliche Lappen, welche vielleicht den Epipodien andrer Mollusken entsprechen. Der Mundbecher führt in eine das Odontophor enthaltende Mundkammer; von hier zieht der Oesophagus zum Magen. Die Leber besteht aus zwei symmetrisch verästelten Abtheilungen. Der Darm endet, nachdem er sich aufgewunden, auf einer vorspringenden Analpapille in der Mittellinie hinter der Wurzel des Fusses. Ein Herz ist nicht vorhanden, sondern das Blut erfüllt geräumige Sinusse. Eigentliche von der Wand der Mantelkammer gesonderte Athmungsorgane fehlen. Die zwei Harnorgane münden zu beiden Seiten des Afters. Das Nierenblut communicirt direct mit der Mantelhöhle durch zwei nahe an denen der Harnorgane gelegene Oeffnungen. Im Nervensystem ziehen wie bei den Lamellibranchiaten die Commissuren der parieto-splanchnischen Ganglien direct zu den Cerebralganglien. Die Geschlechter sind getrennt, die Geschlechtsdrüse unpaar und symmetrisch; doch mündet ihr Ausführungsgang in die rechte Niere. Der Embryo ist Anfangs von einer Anzahl von Wimperreifen umgeben, und sein Vorderende trägt einen langen Wimperschopf. Allmählich reduciren sich die Wimpern auf den Rand einer Scheibe, zu welcher das Vorderende des Embryos sich erweitert, und das dem präoralen wimpernden Velum der Lamellibranchiaten entspricht. An der Dorsalseite des Körpers, hinter dieser Scheibe, tritt dann der Mantel auf. Seine ventralen Ränder sind frei, und er sondert eine Schale von entsprechender Form ab. Bei fortschreitender Entwicklung aber vereinigen sich sowohl der Mantel wie die Schale in der ventralen Medianlinie, und nur das vordere und hintere Ende bleiben offen.

Die *Scaphopoden* sind eine uralte Gruppe, von der Ueberreste schon in den devonischen Schichten vorkommen.

Die höheren *Odontophoren* — die *Gastropoden*, *Pteropoden* und *Cephalopoden* Cuviers — zerfallen nach dem Bau und der Anordnung der Theile ihres Fusses in zwei Abtheilungen. Derselbe kann bei der einen Abtheilung (den *Gastropoden* und *Pteropoden*) entweder eine einfache Scheibe oder in drei Abschnitte getheilt sein — einen vordern (das *Propodium*), einen mittlern (das *Mesopodium*) und einen

hintern (das *Metapodium*). Weitere Complicationen können durch Entwicklung von muskulösen Ausbreitungen an seinen Seiten, den *Epipodien*, herbeigeführt werden. Welche Gestalt indessen der Fuss bei diesen Mollusken auch haben mag, niemals gehen seine Ränder in Fangarme aus und erstrecken sich seine vorderen seitlichen Theile über die Seiten des Kopfes hinaus und verwachsen vor dem Munde.

Bei der andern Abtheilung (den *Cephalopoden*) gehen die Ränder des Fusses in Fangarme aus, und die vorderen seitlichen Theile des Fusses erstrecken sich über den Mund hinaus und verwachsen vor demselben, so dass der Mund in den Mittelpunkt des kreisförmigen Fusses zu liegen kommt.[1])

Bei der ersteren Abtheilung, d. h. bei allen *Pteropoden*, bei allen denjenigen *Gastropoden*, welche im Wasser gelöste Luft athmen (Kiemengastropoden, *Branchiogastropoda*) und bei einigen von denen, welche direct Luft athmen (Lungengastropoden, *Pulmogastropoda*), ist der Embryo wie bei den *Scaphopoden* und *Polyplacophoren* ein Veliger oder besitzt jedenfalls Wimperreifen, die ihm zur Fortbewegung dienen. Bei den *Cephalopoden* dagegen bildet sich kein solches Velum, und das Thier erlangt schon die allgemeinen Charaktere des erwachsenen, bevor es das Ei verlässt.

Oft, wenn nicht immer, ist bei den Embryonen der höheren *Odontophoren* eine Schalendrüse vorhanden, und bei allen *Pteropoden* und Kiemengastropoden sondert der Mantel eine cuticulare Schale ab, die jedoch bisweilen nur während des Larvenzustandes besteht.

Vergleicht man die Anordnung des Darmcanales bei einem Cephalopoden oder einem Pteropoden mit derjenigen, wie sie bei einem Kiemengastropoden, z. B. *Atlanta*, besteht, so beobachtet man, dass bei Ersteren der Oesophagus in den den Eingeweidesack bildenden Auswuchs der Hämalseite des Körpers eintritt, um von hier zum Magen zu treten; der Dünndarm zieht dann unter spitzem Winkel mit dem vordern Abschnitte des Darmcanales an der Hinterfläche des Eingeweidesackes entlang und endet in der an der hintern Körperfläche gelegenen Mantelhöhle. Die Pedalganglien liegen

1) Eine werthvolle Erörterung über die Homologien der Arme und des Trichters der *Cephalopoden*, in der die hier vertretene Ansicht mit Geschick, wenn auch, wie mir scheint, nicht mit Erfolg bekämpft wird, siehe bei GRENACHER, »Zur Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXIV. S. 419.

dementsprechend zwischen Linien, welche den vordern und hintern Abschnitt des Darmcanales schneiden; der Darmcanal hat also eine *neurale Krümmung*, ist gegen die Neuralfläche des Körpers gebogen.

Bei *Atlanta* dagegen zieht der Dünndarm, wenn er aus dem Magen hervortritt, an der Vorderfläche des Eingeweidesackes hin, um die an der Vorderfläche des Körpers gelegene Mantelhöhle zu erreichen. Linien, welche die beiden Abschnitte des Darmcanales schneiden, würden daher nicht die Pedalganglien, sondern die Cerebralganglien zwischen sich fassen. Mit andern Worten, der Darmcanal ist in entgegengesetzter Richtung wie bei den Cephalopoden gekrümmt, er besitzt eine *hämale* Krümmung.[1]

Die hämale Krümmung des Darmes ist sehr charakteristisch für die *Kiemengastropoden* und vollzieht sich schon auf einer sehr frühen Stufe ihrer Entwicklung.

Bei so wenig modificirten Odontophoren wie *Chiton* besitzt das Herz seine normale Lage in der hintern Gegend der Hämalseite, und sein Aortenende ist nach vorn gekehrt. Obwohl die Kiemen an den Seiten des Körpers liegen, muss das Blut, das durch sie hindurchtritt, nach hinten fliessen, um zum Herz zu gelangen; die Kiemen liegen also virtuell hinter dem Herzen: das Thier ist also wirklich *opisthobranchiat*. Anders ist es bei Gastropoden wie *Buccinum*, bei denen die Kiemen thatsächlich vor dem Herzen liegen; man bezeichnet das Thier deshalb als *prosobranchiat*. Zu bedenken ist jedoch, dass kein Odontophor, genau genommen, anders als opisthobranchiat ist. Der After stellt das morphologische Hinterende des Körpers dar, und die Vorkammer des Herzens, in welche der aus den Kiemen kommende Blutstrom eintritt, liegt morphologisch niemals hinter den Kiemen.

Das ist bei den *Cephalopoden* ganz klar. In der Lage, welche das Thier häufig annimmt, und in der es gewöhnlich dargestellt wird, liegen die Kiemen vor dem Herzen. Bringt man aber das Mollusk in seine morphologisch richtige Stellung mit der oralen Fläche der Arme nach unten, so wird sofort ersichtlich, dass das, was man gewöhnlich als Bauchfläche des Thieres bezeichnet, die hintere Hälfte seiner Hämalfläche ist, und dass das Herz morphologisch vor den Kiemen liegt.

---

1) HUXLEY, »On the morphology of the cephalous Mollusca.« — Philosophical Transactions, 1852.

Bei den prosobranchiaten Kiemengastropoden kommen die Kiemen dadurch vor das Herz zu liegen, dass sie der Windung des Darmes nach vorn und an die hämale Körperseite gefolgt sind.

Die Pteropoden.[1]) — Bei dieser Gruppe kleiner pelagischer Thiere ist kein gesonderter Kopf vorhanden, da die Augen und die gewöhnlichen Tentakeln rudimentär bleiben. Gehörbläschen sitzen den Pedalganglien auf. Manchmal (*Pneumodermon*) entwickeln sich zwei vorstülpbare borstige, tentakelartige Organe neben dem Munde, und ausserdem entspringen zwei mit Saugnäpfen besetzte Tentakeln an der Innenseite eines becherartigen Kragens, der den vordern Theil des Körpers umgiebt.[2]) *Cymbulia* soll keine Radula besitzen. Die Epipodien sind grosse muskulöse Ausbreitungen, mittels deren das Pteropod schwimmt, der übrige Fuss ist immer klein und oft rudimentär, entsprechend der geringen Grösse der Neuralfläche des Körpers. Die Hämalfläche dagegen geht wie bei den Cephalopoden immer in einen verhältnissmässig grossen Eingeweidesack aus; bei einigen (den *Thecosomen*) erstreckt sich dieser Eingeweidesack eben so weit wie der Mantel, der von einer Schale umgeben ist. Bei andern (*Gymnosomen*) verschwindet der Mantel frühzeitig, und es ist keine Schale vorhanden. Bei *Cymbulia* ist die zarte, durchsichtige Chitinschale eine innere und von einer vom Mantel herstammenden Epithelschicht bekleidet. Bei *Spirialis* trägt der Fuss einen Deckel. Bei *Tiedemania* kommen Chromatophoren ähnlich wie bei den Cephalopoden vor.

Bei den Thecosomen (Fig. 132) liegt der freie Lappen des Mantels, welcher eine geräumige Mantelhöhle umschliesst, gewöhnlich an der Hinterseite des Eingeweidesackes, wie bei den Cephalopoden. An ihm mündet seitlich von der Mittellinie das Rectum. Der Darmcanal besitzt wie bei den Cephalopoden eine einfache neurale Krümmung, wenn auch die Biegung des Rectums nach einer Seite die Symmetrie des Körpers stört. Bei *Limacina* und *Spirialis* erscheint der Darm an die Vorderfläche des Eingeweidesackes herumgekrümmt und die

1) Siehe Rang et Souleyet, »Histoire naturelle des Mollusques ptéropodes«; Gegenbaur, »Untersuchungen über die Pteropoden und Heteropoden«, 1855.

2) Ueber die ähnlichen Verhältnisse bei *Clione* siehe Eschricht, »Anatomische Untersuchungen über *Clione borealis*«, 1838, und Macdonald, »On the zoological characters of the living *Clio caudata*. — Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1863.

Mantelhöhle begleitet ihn, so dass die Oeffnung des Mantels statt an der Hinterfläche an der Vorderfläche des Eingeweidesackes liegt. Besondere Kiemen sind bei *Thecosomen* nicht vorhanden, sondern die Auskleidung der Mantelhöhle besorgt die Athmung und geht manchmal in Falten aus, welche ohne Zweifel diese Function mit versehen. Bei einigen *Gymnosomen* (*Pneumodermon*, *Spongobranchia*) finden sich Fortsätze des Körpers, denen man die Bedeutung von Kiemen zuschreibt.

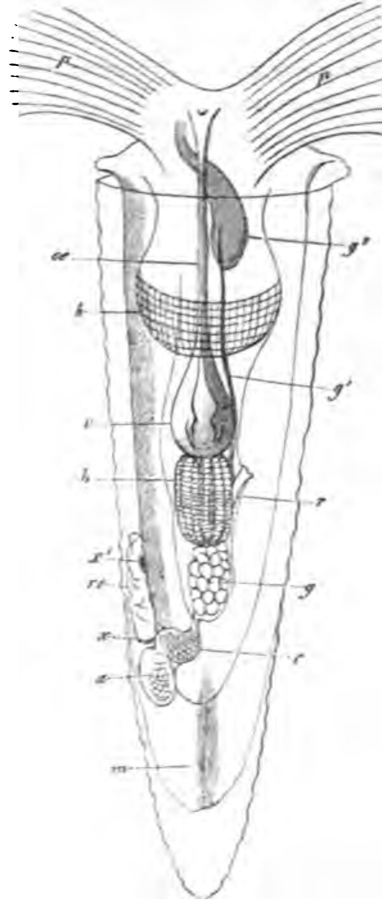


Fig. 182. — Organisation von *Chreseis*; einem thecosomen Pteropod. — *pp*. die Epipodien (nicht vollständig gezeichnet); *oe*. Speiseröhre; *v*. Magen mit Andeutung der nach innen vorsprinden Kauleisten; *r* Enddarm, in die Mantelhöhle ausmündend; *h*. Leber; *a*. Vorhof; *c*. Herzkammer: *re*. Niere; *x*. deren Oeffnung in den Pericardialsinus; *x'*. Oeffnung in die Mantelhöhle; *b*. schildförmiges Wimperorgan in der Mantelhöhle; *g*. Zwitterdrüse; *g'*. gemeinschaftlicher Ausführungsgang; *g''*. Penistasche; *m*. hinteres Ende des Rückziehmuskels des Körpers. (Nach GEGENBAUR.)

Das Herz besteht aus einem einzigen Vorhof (*a*) und einem einzigen Ventrikel (*x*). Der Vorhof liegt dicht neben der Mantelhöhle und nimmt aus deren Wandungen das arterisirte Blut auf. Der Ventrikel ist bald (so bei allen *Gymnosomen*) nach vorn gerichtet, bald nach hinten, so dass nahe verwandte Formen bald opisthobranchiat, bald prosobranchiat sind. Die Aeste des Aortenstammes enden in Lacunen, aus denen das Blut in die Wandungen der Mantelhöhle zurücktritt. Ein contractiler Sack mit zarten Wandungen, der sich auf einer Seite in die Mantelkammer und auf der andern in den Pericardialsinus öffnet, ist die Niere (*re*).

Bei den *Thecosomen* sind die Hauptganglien um die Speiseröhre zusammengedrängt; die Cerebralganglien liegen seitlich und sind durch eine lange Commissur verbunden. Bei den *Gym*-

nosomen sind die Ganglien mehr zerstreut; die Anordnung ihres Nervensystems bedarf jedoch erneuter Untersuchung.

Alle *Pteropoden* sind mit einer Zwitterdrüse versehen. Dieselbe ist eine verästelte Drüse, in deren äussersten Blindschläuchen sich Eier und Spermatozoen neben einander entwickeln. Die Spermatozoen treten am geschlossenen Ende des Blindschlauches auf und sammeln sich im Hohlraum desselben an; die Eier entwickeln sich aus dem Epithelgewebe des Blindschlauches, etwas weiter unten; trotzdem findet die Befruchtung nicht in der Zwitterdrüse statt, wahrscheinlich weil die Eier und Spermatozoen zu verschiedener Zeit reif werden. Die Zwitterdrüse hat einen einzigen Ausführungsgang, dessen Ende mit einem Receptaculum seminis versehen sein und mit einem Penis zusammenhängen kann.

Die Jungen der *Pteropoden* verlassen das Ei mit einem Velum, einer rudimentären Schale und wahrscheinlich mit einem Deckel. Bei den meisten *Thecosomen* erhält sich die Schale und bildet den Anfang der Schale des ausgebildeten Thieres, während das Velum verschwindet und die Epipodien sich entwickeln. Bei *Cymbulia* wird die ursprüngliche Schale abgeworfen, und die innere Chitinschale ist eine secundäre Bildung. Bei den *Gymnosomen* wird die primäre Schale gleichfalls abgeworfen, aber es tritt keine neue an ihre Stelle, und es entwickeln sich drei Wimperreifen an der Körperoberfläche.[1])

Die silurischen Gattungen *Tentaculites*, *Theca*, *Pterotheca*, *Conularia* und *Ecculiomphalus* werden zu den *Pteropoden* gerechnet, unterscheiden sich jedoch sehr von allen lebenden Formen. Unzweifelhafte *Pteropoden* sind nicht früher als aus der tertiären Formation bekannt.

Die Kiemen-Gastropoden. — Bei allen Gliedern dieser Gruppe, deren Entwicklung man bis jetzt untersucht hat, biegt sich der Dünndarm an die Vorderfläche des Mantelsackes, so dass der Nahrungsschlauch bei dem mit einem Velum ausgestatteten Embryo eine vollständige hämale Krümmung besitzt. Bei dem ausgebildeten

---

1) GEGENBAUR, a. a. O.; KROHN, »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pteropoden und Heteropoden«, 1860; FOL, »Etudes sur le développement des Mollusques«. — Archives de Zoologie expérimentale, 1875, 1876.

Thiere entspringt daher der Dünndarm nicht aus der hämalen oder dorsalen, sondern aus der neuralen oder ventralen Seite des Magens, und die Mantelhöhle liegt, wo sie überhaupt vorhanden ist, an der vordern, hämalen Fläche des Körpers.

Beim Embryo tritt die Schale immer als eine kegelförmige, symmetrische, mediane Kappe auf. Diese Embryonalschale bleibt gewöhnlich an der Spitze der Schale des ausgebildeten Thieres bestehen, deren Gestalt sich nach derjenigen des Eingeweidesackes bildet und daher wie dieser gewöhnlich spiralig gewunden ist. Der Embryo besitzt sehr allgemein, wenn nicht immer, einen Deckel. Bei den nackten Kiemen-Gastropoden verschwindet die Schale und der Deckel des Embryos, aber die ursprüngliche äussere Schale wird bisweilen durch eine innere, in einer Höhle des Mantels liegende ersetzt (z. B. *Aplysia*).

Gewöhnlich besitzen die Kiemen-Gastropoden einen gesonderten Kopf mit einem Paar von Tentakeln und zwei Augen, welche entweder sitzend oder auf zwei Stielen angebracht sein können.

Der Mund kann mit zwei kieferartigen Chitinplatten ausser der Radula bewaffnet sein. Das Herz besteht meistens aus einem Ventrikel und einem Vorhof, doch sind in einigen Fällen auch zwei Vorhöfe vorhanden.

Die Kiemen-Gastropoden zerfallen in zwei gesonderte Reihen, von denen die eine zwittrig — die Geschlechtsorgane bestehen in einer Zwitterdrüse — und ausnahmslos opisthobranchiat ist, während die andere getrennt-geschlechtlich und gewöhnlich prosobranchiat ist. In beiden Reihen finden sich einige Formen, welche mit einem grossen Mantel versehen sind, und andere, bei denen der Mantel vollständig verkümmert ist (*Nudibranchiaten*, *Firola*). Diese »*chlamydaten*« und »*achlamydaten*« Kiemen-Gastropoden entsprechen den *Thecosomen* und *Gymnosomen* unter den Pteropoden.

Die chlamydaten Kiemen-Gastropoden sind gewöhnlich mit Kiemen ausgestattet, welche entweder die Form zahlreicher Blätter oder zweier federförmiger Organe besitzen; manchmal sind sie auf eine functionirende Kieme und ein Rudiment einer zweiten reducirt. Bei den achlamydaten Formen fehlen echte Kiemen gewöhnlich, doch können sie functionell durch Fortsätze der hämalen Körperwand vertreten sein.

Unter den *Opisthobranchiaten* ist *Phyllidia* fast symmetrisch; der After liegt am Hinterende des Körpers, und es ist ein grosser

schalenloser Mantel vorhanden. Eine Mantelhöhle fehlt und die Kiemen bestehen aus zahlreichen Lamellen, die an jeder Seite des Körpers zwischen dem freien Mantelrande und dem Fusse angebracht sind. Bei *Aplysia* ist der Mantel verhältnissmässig klein und besitzt eine innere Schale; die Kiemen, der After und die Geschlechtsöffnungen liegen an der rechten Seite des Körpers. Diese Gattung sowie *Gastropteron* besitzt sehr grosse Epipodiallappen, mit Hülfe deren sich einige Arten ähnlich den Pteropoden fortbewegen.

Die *Nudibranchiaten* haben keinen Mantel, und der After liegt gewöhnlich an der rechten Seite des Körpers, kann indessen auch, wie bei *Doris*, endständig sein. Bei der pelagischen *Phyllirhoë* verkümmert der Fuss wie der Mantel, und der Körper besitzt die Form eines länglichen Sackes.

Der Magenabschnitt des Darmcanales complicirt sich durch Zerfall in mehrere Theile, von denen einige bei *Aplysia*, *Bulla* und andern Gattungen mit Chitin- oder Kalkplatten oder Zähnen ausgerüstet sind. Bei vielen Nudibranchiaten, so bei *Aeolis*, stellt die Leber ein vielästiges schlauchförmiges Organ dar, dessen letzte blinde Enden an den langgestreckten Rückenpapillen liegen. Die Spitzen dieser Papillen enthalten Nesselzellen.

In der Reihe der *Prosobranchiaten* ist die grosse Mehrzahl nicht nur chlamydat, sondern besitzt auch eine geräumige Kiemenhöhle, und die Mantelwand des Körpers ist in einen kegelförmigen Eingeweidesack ausgezogen, der den Magen, die Leber und die Geschlechtsorgane enthält. Er ist gewöhnlich asymmetrisch gewunden und von einer Schale umhüllt. Kein *Opisthobranchier* besitzt einen derartigen Eingeweidesack. Andrerseits ist kein *Prosobranchier* symmetrisch wie *Phyllidia*, mit dem After am Hinterende des Körpers. *Patella* und *Fissurella* sind fast symmetrisch, allein der After liegt vorn.

Die *Prosobranchiaten* besitzen höchstens Rudimente von Epipodien, der übrige Fuss aber erreicht oft eine viel stärkere Entwicklung als bei den *Opisthobranchiaten*, und häufig entwickelt sich an der Dorsal- oder Hämalseite des Metapodiums eine chitinige oder verkalkte Platte — der Deckel (*Operculum*). Die Differenzirung des Fusses erreicht den höchsten Grad bei den sogenannten *Heteropoden*, bei denen das Propodium, Mesopodium und Metapodium ganz verschieden gestaltet sind — das breite flossenartige Propodium bildet

bei diesen freischwimmenden pelagischen Thieren das Hauptbewegungsorgan.

Bei den Napfschnecken (*Patelliden*) bildet der Eingeweidesack blos eine kegelförmige Hervorragung der Hämalfläche, und die zahlreichen blatt- oder fadenförmigen Athmungsorgane liegen zwischen den freien Rändern des Mantels und den Seiten des Körpers.

Bei den übrigen chlamydaten *Prosobranchiaten* mit Ausnahme der *Cyclostomen* liegen zwei federförmige Kiemen in einer an der Vorderfläche der gewöhnlich mächtigen und spiralig aufgewundenen Eingeweidemasse befindlichen Mantelkammer. In manchen Fällen, so bei der Abtheilung der *Aspidobranchien* sind die beiden Kiemen gleich oder fast gleich gross; in andern Fällen ist eine so viel kleiner als die andere, dass sie fast verkümmert erscheint (*Ctenobranchien*). *Ampullaria* besitzt sowohl eine Lungenhöhle als auch Kiemen. Andererseits haben die *Cyclostomen* keine Kiemen, sondern athmen Luft mittels der Wandungen der Mantelkammer, weshalb man sie gewöhnlich zu den *Pulmonaten* rechnet, denen sie in ihrem Leben auf dem Lande gleichen. Bei vielen *Prosobranchiaten* geht die Wand der Kiemenhöhle in eine als *Sipho* bezeichnete musculöse dellenartige Verlängerung aus, welche zur Leitung des Kiemenstromes dient. Die Anwesenheit dieses Siphos ist gewöhnlich von einem Ausschnitt oder einem mit einer Rinne versehenen Fortsatze der Schale und von carnivorer Lebensweise begleitet.

Bei den *Heteropoden* findet eine allmähliche Reduction des Mantels statt, von *Atlanta* an, bei welcher Mantel und Schale die gewöhnlichen Verhältnisse besitzen und die Abweichungen vom gewöhnlichen Gastropoden-Typus nur wenig grösser sind, als bei *Strombus* und *Pterocerus*, durch *Carinaria*, bei welcher der Mantel stark rückgebildet ist und die Schale nur noch eine kegelförmige Kappe darstellt, bis herab zu *Firola*, bei welcher im ausgebildeten Zustande Mantel und Schale fehlen, die also den achlamydaten *Pteropoden* und *Opisthobranchiaten* entspricht.

Bei vielen Gattungen von *Ctenobranchien* und besonders unter den fleischfressenden Formen liegt der Mund am Ende eines langen Rüssels. der das Odontophor und einen grossen Theil des Oesophagus enthält. Dieser Rüssel wird durch besondere Muskeln vorgestreckt und zurückgezogen.[1]

[1] Siehe die Beschreibung des Rüssels von *Buccinum* in CUVIERS »Mémoires sur les Mollusques«.

Die Eier werden oft in Kapseln abgelegt, welche von den Wandungen der Eileiter abgesondert werden. Bei *Neritina*, *Purpura*, *Buccinum* u. a. enthält jede Kapsel eine beträchtliche Anzahl von Eiern; davon werden aber nur wenige (bei *Neritina* eines) zu Embryonen und verzehren die übrigen.[1])

Parasitische Lebensweise, welche bei den Mollusken höchst selten ist, kommt bei der Gattung *Stylifer* (*Stylina*) vor, einem Kiemengastropoden, der auf Seesternen und Seeigeln lebt und sich manchmal in das Perisom einbohrt; ferner unter sehr merkwürdiger und noch nicht ganz verständlicher Gestalt bei dem seltsamen Schmarotzer eines andern Echinoderms, *Synapta digitata*, der von seinem Entdecker Joh. Müller als *Entoconcha mirabilis* bezeichnet ist.[2])

In einigen wenigen Exemplaren der *Synapten* (in nur einem oder zweien auf hundert) finden sich längliche schlauchförmige Säcke, die mit einem Ende an einem der Darmgefässe sitzen, während das entgegengesetzte Ende frei in die Leibeshöhle hineinhängt oder sich zwischen den Basen der Tentakeln am Kopfende des Synaptenkörpers festgesetzt haben kann. Der Sack ist geschlossen; aber an seinem festsitzenden Ende erstreckt sich eine lange Einstülpung in sein Inneres hinein. Der Hohlraum des Sackes enthält bis über das geschlossene Ende der Einstülpung hinaus ein Ovarium und dahinter eine Anzahl von freien Samenkapseln. Die Eier lösen sich aus dem Ovarium los und entwickeln sich in Hüllen, deren jede mehrere Eier umschliesst und welche allmählich den Hohlraum des Sackes erfüllen. Aus diesen Eiern gehen Embryonen mit einem Velum, einer Schale und einem Deckel hervor. Bald wird eine weite Mantelhöhle sichtbar; allein dieselbe enthielt in den weitest entwickelten Stadien, die man beobachtet hat, keine Kiemen. Was aus diesen Larven wird, ist unbekannt, ebenso, zu welcher Gruppe von *Odontophoren Entoconcha* gehört.

---

1) Koren und Daniellssen, »Recherches sur le développement des Pectinibranches.« — Fauna littoralis Norvegiae, vol. II. 1856. Carpenter, »On the development of the embryo of *Purpura lapillus*.« — Transactions of the Microscopial Society, 1854, und Annals of Natural History, 1857. Claparede, »Anatomie und Entwicklungsgeschichte von *Neritina fluviatilis*.« — Archiv f. Anatomie u. Physiologie, 1857.

2) J. Müller, »Die Erzeugung von Schnecken in Holothurien«, 1852. Baur, »Ueber *Synapta digitata*.« — Nova acta, XXXI. 1864.

Die Pulmonaten. — Es sind dies Mollusken mit Odontophor, welche mittelst einer von der Wand der Mantelhöhle gelieferten Athmungsoberfläche direct Luft athmen.

Bei Einigen, den *Peroniaden* und *Veronicelliden*, ist der Körper des Thieres fast vollkommen symmetrisch; After und Lungensack liegen dicht neben einander am Hinterrande des Körpers. Der Mantel ist gross und erstreckt sich über die ganze hämale oder dorsale Fläche. Bei allen übrigen *Pulmonaten* liegen Lungen und Afteröffnung an der rechten Seite des Körpers, und der Mantel besitzt wenigstens Rudimente einer Schale. Die Mantelregion ist in manchen Fällen im Verhältniss zum übrigen Körper sehr klein und bildet dann eine platte Scheibe, so bei den Wegschnecken; bei manchen *Limaciden* und *Testacelliden* und bei den *Janelliden* ist der Mantel so weit reducirt, dass die Thiere fast mantellos erscheinen. Bei den Gartenschnecken dagegen ist er gross und zu einem unsymmetrisch aufgewundenen Eingeweidesack ausgezogen, in dem der Magen, die Leber und die Geschlechtsdrüse liegen. Die Mantelhöhle liegt dann am Vordertheil des Sackes, und an ihrem Rande mündet der After. Bei allen diesen gewöhnlichen *Pulmonaten* ist der Endabschnitt des Darmes also von seiner normalen Lage am Hinterende des Körpers nach vorn an die rechte Seite der Dorsal- oder Hämalfläche des Körpers gerückt.

Wo der Lungensack hinten liegt und die Mantelregion klein ist, liegt der Ventrikel des Herzens vorn und der Vorhof hinten: man könnte das Thier demnach *opisthopulmonat* nennen. Wo dagegen die Mantelregion gross ist und einen Eingeweidesack bildet, während gleichzeitig die Lungenhöhle nach vorn rückt, ist der Vorhof mehr oder minder nach vorne und nach rechts, die Spitze des Ventrikels nach hinten und nach links gerichtet: das Thier ist also mehr oder minder *prosopulmonat*.

Der Mund ist meistens mit einem hornigen Oberkiefer sowie einem wohlentwickelten Odontophor ausgestattet. In der Regel sind grosse Speicheldrüsen vorhanden.

Das Herz besteht aus einem Vorhof und einer Kammer. Der aus der Spitze der Letztern entspringende Aortenstamm theilt sich in viele Aeste; die venösen Bahnen dagegen bilden sämmtlich Lacunen. Auf dem Wege des zurückfliessenden Blutes liegt nahe am Lungensack ein Harnorgan.

Gewöhnlich sind zwei einfache Augen vorhanden; sie liegen oftmals an der Spitze zurückziehbarer Tentakeln.

Die Pulmonaten sind zwittrig. Die Geschlechtsdrüse ist eine

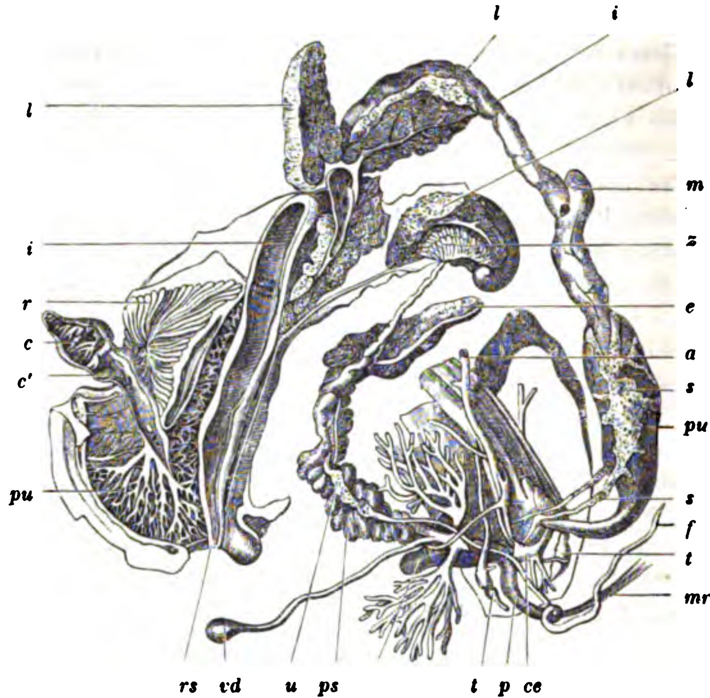


Fig. 133. — Anatomie von *Helix pomatia* (nach Cuvier). *a.* Aorta; *c.* Herzkammer; *c'.* Vorhof; *ce.* Cerebralganglien; *e.* Eiweissdrüse; *f.* peitschenförmiger Anhang des Penis *p*; *i.* Darm; *l.* Leber; *m.* Magen; *mr.* Rückziehmuskel des Penis; *ps.* Pfeilsack; *pu.* Lunge; *r.* Niere; *rs.* Samentasche; *s.* Speicheldrüse; *t.* Tentakel; *u.* Uterus; *vd*, vas deferens; *z.* Zwitterdrüse.

Zwitterdrüse und besteht aus verästelten Schläuchen, aus deren Zellenbelag sich sowohl Eier wie Samenfäden entwickeln (Fig. 134, *A*). Aus der Zwitterdrüse (Fig. 134, *B*, *z*) entspringt ein enger gemeinsamer Ausführungsgang (*v.e*), der sich bald erweitert und das zähflüssige Secret einer mächtigen Eiweissdrüse (*E.d*) aufnimmt. Unterhalb der Einmündungsstelle dieser Drüse wird der gemeinsame Ausführungsgang viel weiter und zerfällt durch Längsfalten in einen mit Aussackungen versehenen weitern (*u*) und einen glatten engern Theil. Der Erstere führt die Eier, der Letztere die Spermatozoen. Am Ende dieses Abschnittes des Geschlechtsapparates geht der weitere Abschnitt, welcher den Eileiter darstellt, in die Vagina über, die in der weiblichen Geschlechtsöffnung mündet, während

der engere Abschnitt sich in ein Vas deferens (*v. d*) fortsetzt, dessen Ende mit einer langen Einstülpung des Integuments — dem Penis (*p.*) — in Zusammenhang steht.

Mit der weiblichen Geschlechtsöffnung ist immer eine Samentasche (*R.s*) verbunden, ein (bei den Nacktschnecken sitzender, bei den Gartenschnecken dagegen am Ende eines langen Ganges angebrachter) Sack, welcher bei der Begattung den Samen des andern Individuums aufnimmt.

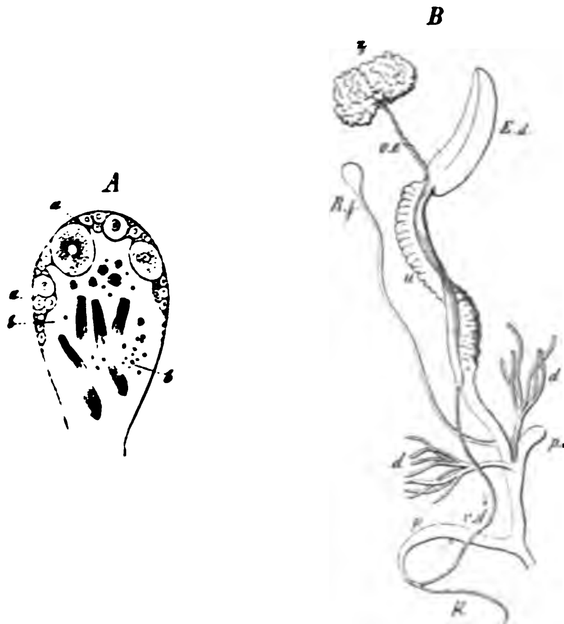


Fig. 184. — *Helix hortensis.* — A. Follikel der Zwitterdrüse. *a.* Eibildungszellen und junge Eier; *b* Samenbildungszellen und Spermatozoen. B. Geschlechtsapparat. *z.* Zwitterdrüse; *v.e.* gemeinschaftlicher Ausführungsgang; *u.* Uterus; *E.d* Eiweissdrüse; *d.* büschelförmige Drüsen; *p.s.* Pfeilsack; *R.s.* Receptalum seminis; *v.d.* vas deferens; *p.* Penis; *f.* peitschenförmiger Anhang desselben. (Nach GEGENBAUR.)

Die *Heliciden* allein besitzen ausserdem den sogenannten »Pfeilsack« (*p.s*), einen kurzen musculösen Sack, in dem sich spitzige Chitin- oder Kalkkörper — die »Liebespfeile« (*spicula amoris*) — entwickeln, ferner gewisse gewöhnlich in zwei Büscheln angeordnete drüsige Blindschläuche, die sogenannten »büschelförmigen Drüsen«, welche ein milchiges Secret erzeugen. Am Vas deferens, das in einem Theile seines Verlaufes sich zu einer Samenblase erweitern kann, entwickeln sich manchmal Prostatadrüsen.

Die Eier werden hoch oben im Eileiter befruchtet, von einer verhältnissmässig sehr grossen Masse Eiweiss umgeben und in ein dickes, manchmal verkalktes Chorion eingeschlossen. Die innerhalb des Letztern liegende Masse kann zwei und einen halben Millimeter oder mehr im Durchmesser haben, während die eigentliche Eizelle nur den zwölften Theil dieser Grösse hat.

Aus älteren als triassischen Schichten kennt man mit Sicherheit keine Opisthobranchien, doch muss man dabei bedenken, dass die Mehrzahl dieser Thiere keine Schale besitzt. Von den übrigen oben erwähnten Gruppen der *Odontophoren* kennt man Vertreter bis hinauf in die paläozoische Periode, während *Pteropoden*, *Heteropoden* und *Prosobranchien* in der silurischen Formation vorkommen. Unter den *Prosobranchien* sind die *Patelliden* und *Aspidobranchien* charakteristische Versteinerungen der älteren Formationen; später erscheinen die *Ctenobranchien* und erreichen ihre jetzige relativ mächtige Entwicklung erst in der späteren Secundär- und in der Tertiärzeit.

Die Cephalopoden. — Die bei den *Polyplacophoren* und *Scaphopoden* so hervortretende bilaterale Symmetrie ist in dieser *Odontophoren*-Gruppe nur wenig gestört. Mund und After liegen in der Medianebene, welche den Körper in zwei entsprechende Hälften theilt; die Kiemen, zwei oder vier an Zahl, liegen symmetrisch zu jeder Seite dieser Ebene und ebenso die armartigen Verlängerungen des Fussrandes. Die Hämalfläche des Körpers dagegen ist nicht, wie bei den bisher betrachteten Mollusken, flach, sondern senkrecht zur Neuralfläche verlängert, so dass sie eine Art Sack bildet, der vom Mantel umhüllt ist. An der hintern oder analen Fläche des Sackes umschliesst der Mantel eine grosse Mantelhöhle, welche die Kiemen birgt. An der Vorderseite des Sackes besitzt dagegen der Mantel keinen freien Rand oder bildet höchstens eine verhältnissmässig kleine Falte.[1])

Das Integument enthält *Chromatophoren*, mit Pigment angefüllte Säcke mit elastischen Wandungen, an die sich radiäre Muskeln

1) Man pflegt die Cephalopoden so zu beschreiben, als ob das orale Ende des Körpers das obere, die Fläche, an welcher die Mantelkammer sich befindet, die ventrale wäre — eine Methode, durch welche das Verständniss ihrer Beziehungen zu den übrigen Mollusken ernstlich beeinträchtigt wird.

ansetzen, welche das Gebilde vielmal so gross auszudehnen vermögen wie es im contrahirten Zustande ist. In diesem ausgedehnten Zustande wird die dem Pigment eigene Farbe deutlich sichtbar, während sie im contrahirten Zustande nur als dunkle Flecken erscheinen. Der wechselnden Ausdehnung und Zusammenziehung dieser Chromatophoren verdanken die Cephalopoden den eigenthümlichen Farbenwechsel, der im Leben blitzartig über ihre Oberfläche hinschiesst. Ganz besonders lebhaft ist dies Spiel an jungen Cephalopoden, die eben aus dem Ei geschlüpft sind.



Fig. 135. — A. *Sepia officinalis*. B. Seitenansicht des Hornringes eines Saugnapfes.

Was jedoch die Gephalopoden besonders auszeichnet, ist die Gestaltung des Fusses. Die Ränder dieses Organs gehen nämlich in acht oder mehr Fortsätze aus, sogenannte »Arme«, und seine vorderen seitlichen Theile sind über den Mund hinaus geschoben und vor demselben verwachsen, so dass diese anscheinend in den Mittelpunkt der Fussscheiben zu liegen kommt. Ausserdem verwachsen zwei muskulöse Lappen, welche den Epipodien der Pteropoden und Kiemen-Gastropoden entsprechen und sich an den Seiten des Fusses entwickeln, hinten und bilden ein mehr oder minder vollständig röhrenförmiges Organ — den »Trichter« (*infundibulum*) — dessen offenes Ende zwischen der Hinterfläche des Körpers und der Mantelwand der Kiemenhöhle hervorragt und dazu dient, bei der gewöhnlichen Expiration das Wasser zu leiten, wenn es durch die Contraction des Mantels aus der Letzteren ausgestossen wird; durch den so erzeugten kräftigen Strom bewegt sich ferner das Thier beim Schwimmen rasch rückwärts.

Die Mundöffnung (Fig. 136, *a*, Fig. 137) ist mit einem harten papageienschnabelähnlichen Kiefer ausgestattet, der aus zwei Stücken, einem vordern und einem hintern besteht. Das hintere ist immer länger und greift über das vordere über. Innerhalb der Mundhöhle befindet sich ein Odontophor mit seiner Radula (Fig. 137, II, *rd*. III). Die lange Speiseröhre zieht längs der Mittellinie nach

hinten, um in den Magen zu münden, der in der Mitte oder nahe am Ende des Mantelsackes liegt (Fig. 136, 137). Vom Magen wendet sich der mehr oder minder gewundene Dünndarm nach der Neuralseite des Körpers und endet in dem median gelegenen **After.** Der Darmcanal besitzt also eine ausgebildete neurale **Krümmung** (Fig. 136).

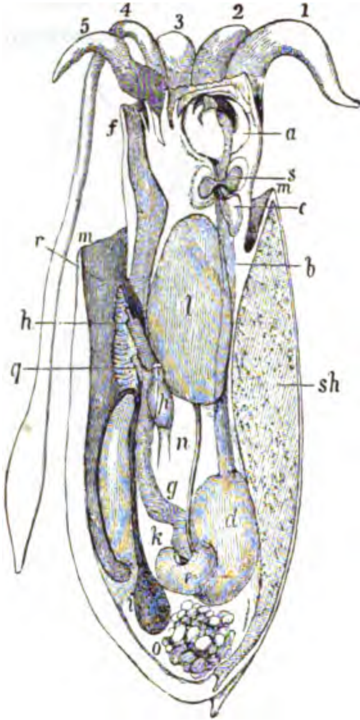


Fig. 136. — Diagrammatischer Längsschnitt durch eine weibliche *Sepia*. — *a.* Mundmasse, von den Lippen umgeben, mit den Hornkiefern und der Zunge; *b.* Oesophagus; *c.* Speicheldrüse; *d.* Magen; *e.* Pylorusblindsack; *g.* Dünndarm; *h.* After; *i.* Tintenbeutel; *k.* Platz für das Körperherz; *l.* Leber; *n.* Lebergang der linken Seite; *o.* Ovar; *p.* Oviduct; *q.* eine der Oeffnungen, durch welche die Wasserkammern nach aussen münden; *r.* eine der Kiemen; *s.* die um den Oesophagus gruppirten Hauptganglien; *f.* Trichter; *m.* Mantel; *sh.* innere Schale oder *os sepiae.* 1, 2, 3, 4, 5. die ausgezogenen und modificirten Ränder des Fusses, die sogenannten Arme der *Sepia* bildend.

Ausser bei *Nautilus* sind ein oder zwei Paare von Speicheldrüsen vorhanden (Fig. 137, I, *s'*). Die Leber (Fig. 137, I, *h*) ist immer gross; es sind zwei Lebergänge (Fig. 137, I, *dh*) vorhanden, die auf einer grössern oder geringern Strecke mit Drüsenfollikeln besetzt sind, denen man gewöhnlich die Function eines Pankreas zuschreibt. Sehr oft entwickelt sich am Anfange des Dünndarmes ein langer, bisweilen spiralig gewundener Blindsack; in diesen münden die Lebergänge.

Das Herz liegt an der hintern Körperfläche hämalwärts vom Darme und erhält das Blut aus den Kiemengefässen, deren Zahl derjenigen der Kiemen entspricht; man darf sie wol, da sie contractil sind, als Vorhöfe betrachten.

Die Kiemen selbst sind unbewimpert, und in manchen Fällen, wenn nicht immer, contractil. Die Arterien gehen in ein sehr entwickeltes Capillarsystem über, die venösen Bahnen dagegen behalten in höherm oder niederm Masse den Charakter von Sinussen.[1])

1) Milne-Edwards, »Recherches anatomiques et zoologiques. Première partie. Observations et expériences sur la circulation chez les Mollusques.« 1845.

Das Venenblut sammelt sich auf dem Wege zum Herzen in einem grossen längsverlaufenden Sinus — der *Vena cava* — welche an der Hinterfläche des Eingeweidesackes, nahe an der Vorderwand der Kiemenhöhle, liegt und sich in so viele zuführende Kiemengefässe theilt, als Kiemen vorhanden sind. Von diesen Gefässen

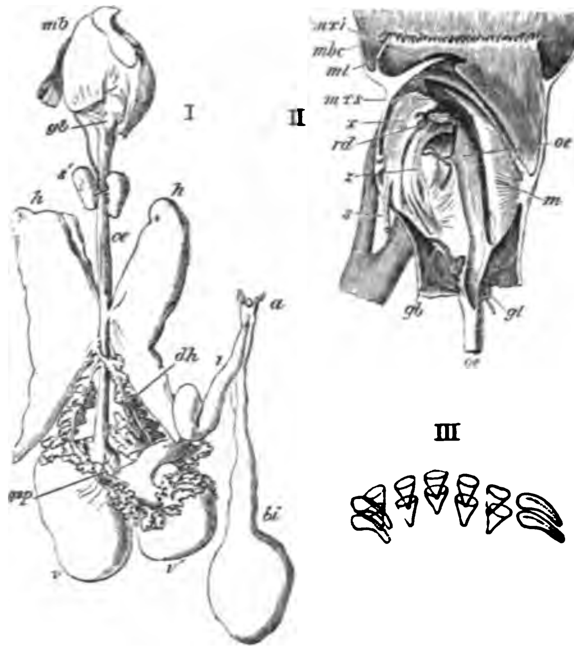


Fig. 187. — *Sepia officinalis.* — I. Der Darmcanal mit dem Tintenbeutel (*bi*); *mb.* Mundmasse; *gb.* unteres Buccalganglion; *s'.* hintere Speicheldrüsen; *oe.* Oesophagus; *h.* Leber; *dh.* Lebergang; *v.* Magen; *v'.* Pylorusblindsack; *i.* Dünndarm; *a.* After; *gsp.* Eingeweideganglion am Magen. (Nach KEFERSTEIN.)

II. Senkrechter Längsschnitt durch die Mundmasse; *mxi.* Hinterschnabel; *mxs.* Vorderschnabel; *mbc.* Mundmembran; *ml.* Lippe; *x.* Geschmacks-(?)Organ; *rd.* Radula; *s.* Radulasack; *s'* Speicheldrüse; *gl.* obere Buccalganglien. (Nach KEFERSTEIN.)

III. Eine einzelne Querreihe von Zähnen aus der Radula. (Nach TROSCHEL.)

durchsetzt jedes eine Kammer, welche direct mit der Mantelhöhle im Zusammenhang steht, und die Wand des Gefässes, welche mit dem in dieser Kammer enthaltenen Wasser in Berührung kommt, ist ausgesackt und drüsig [1] (Fig. 138, *re*). Jede Kammer bildet in der

---

1) Wegen der Durchsichtigkeit der Gewebe bei der lebenden *Loligo media* liefert diese Art eine bequeme Gelegenheit, die rhythmischen Contractionen der Kiemen und ihrer zu- und abführenden Gefässe zu beobachten. Zu diesem Zwecke muss man den Mantel aufschneiden und die Nidamentaldrüsen sorgfältig entfernen. Die ausgesackten zuführenden Venen und die Kiemenherzen

That ein Harnorgan. Das Pericardium und die Säcke, in we die Hoden und die Eierstöcke liegen, stehen mit der Mantel entweder direct oder durch diese Kammern in Verbindung.

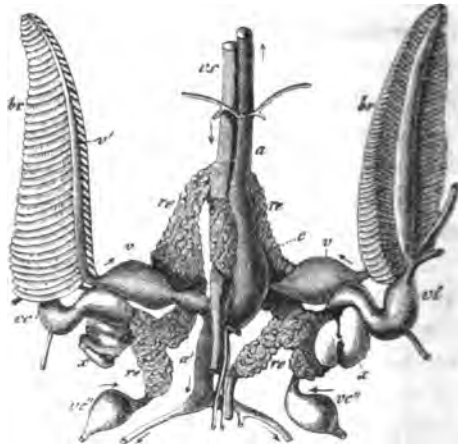


Fig. 188. — *Sepia officinalis.* — *c.* Körperherz; *a.* vordere Aorte; *a'.* hintere Aorte; *v.* cava; *vi, vc'.* zuführende Kiemengefässe; *re.* Harnorgane; *x.* Ausstülpungen derselben; grosse hintere Venen, die das Blut zu den zuführenden Kiemengefässen leiten; *r, r'.* ausf... Kiemengefässe, Kiemenvenen und Kiemenherzstämme. (Nach Hunter.)

Nach den Beobachtungen von Krohn [1]) communiciren bei S *officinalis* die Nierenkammern nicht nur mit den Hohlräumen, denen die Kiemenherzen liegen, sondern mit einer Kammer, we den Magen und die spiraligen Pylorusanhänge enthält; alle di Hohlräume blähen sich auf, wenn man in eine Nierenkammer L einbläst. Bei *Eledone* dagegen fand Krohn, und ich habe die I

contrahiren sich etwa sechzig Mal in einer Minnte. Die Pulsationen dieser V und der Kiemenherzen sind nicht synchron. Auch die Kiemenvenen und Kiemenblätter contrahiren sich rhythmisch; an den Kiemenarterien dagegen konnte ich keine Contractionen beobachten. Der Theil der Kiemenvene, welche zwischen der Kiemenwurzel und dem Körperherzen liegt, ist sehr kurz, und lässt sich schwer sagen, ob er sich selbständig contrahirt oder nicht. Mechanische Reizung hat Contractionen sowohl der zuführenden Kiemenvenen wie Kiemenherzen zur Folge.

Bei der lebenden *Eledone cirrhosa* habe ich regelmässige rhythmische Contractionen der Vena cava selbst sowie ihrer Abtheilungen, der ausgesackten zuführenden Kiemenvenen, der Kiemenherzen und der Kiemenherzgefässe beobachtet.

1) Krohn, »Ueber das wasserführende System einiger Cephalopoden«. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1839.

obachtung wiederholt, dass man eine Nierenkammer vollkommen aufblasen kann, ohne dass Luft in die andere übertritt.

Bei *Nautilus pompilius* sind, wie VALENCIENNES entdeckt hat, drei Paare von Oeffnungen vorhanden, welche aus dem Kiemensacke in Kammern im Innern des Körpers führen. Solcher Kammern sind fünf vorhanden; das vordere und das hintere Paar liegen jederseits neben dem Rectum, und jede hat ihre eigene Oeffnung; die fünfte, sehr viel grössere Kammer hat zwei Oeffnungen, an jeder Seite eine. Sie erstreckt sich ebenso weit wie der Theil des Mantels, der hinter dem Ansatz der Schalenmuskeln und dem hornigen Bande, das diese verbindet, liegt. Sie ist von den paarigen Kammern durch deren innere Wände getrennt, und durch diese Wände treten die zuführenden Kiemenvenen. Anhänge dieser Venen ragen einerseits in die paarigen Kammern, andrerseits in die unpaare Kammer hinein. Die letzteren Anhänge sind längliche Papillen, die ersteren dagegen sind blattartig. In den paarigen Säcken finden sich häufig Concremente, die hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk bestehen, aber nie eine Spur von Harnsäure enthalten.[1])

Das Nervensystem besteht bei den *Cephalopoden* wie bei andern Mollusken aus Cerebral-, Pedal- und parietosplanchnischen Ganglien, welche um die Speiseröhre angeordnet und durch Commissuren verbunden sind. Ausser diesen können sich an den Nerven, welche die Mundmasse, den Darmcanal, das Herz, die Kiemen und den Mantel versorgen, Buccal-, Eingeweide-, Kiemen- und Mantelganglien entwickeln.

Bei den *Dibranchiaten* (Fig. 139) sind die drei Hauptganglienpaare gewöhnlich gross und so nahe aneinander gerückt, dass die Commissuren nicht leicht zu unterscheiden sind. Die Sehnerven sind sehr stark. Einer oder zwei Nerven werden an die oberen oder vorderen Buccalganglien (*g*) abgegeben, welche zu einer Masse verwachsen, und durch Commissuren, welche den Oesophagus umgreifen, mit den hinteren oder unteren Buccalganglien (*g'*) verbunden sind. Die Pedalganglien (*N'*) liegen an der Hinterseite der Speiseröhre und geben die starken Nerven an die Arme und diejenigen an

1) OWEN, »Memoir on the pearly Nautilus.« VAN DER HOEVEN, »Beitrag zur Anatomie von Nautilus.« — Archiv für Naturgeschichte, 1857. HUXLEY, »On some points in the anatomy of Nautilus pompilius.« — Proceedings of the Linnean Society, London 1858. Siehe ferner KEFERSTEIN in BRONNS »Klassen und Ordnungen«, Bd. III. S. 1319, 1390.

den Trichter ab; unmittelbar mit ihnen verbunden sind ferner die Hörnerven. Jedes parietosplanchnische Ganglion (N'') entsendet einen Nerven, der längs der Schalenmuskeln zur Vorderwand des Mantels zieht und dort in ein grosses Ganglion, das *Ganglion stellatum*, eintritt. Ein starker medianer Ast oder mehrere Aeste von den parietosplanchnischen Ganglien begleiten die Vena cava und verbreiten sich an den Kiemen und Geschlechtsorganen. Das untere Buccalganglion entsendet einen rückläufigen Nerven längs des Oesophagus, der in einem Ganglion am Magen endet.[2])

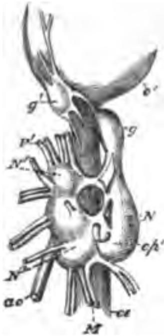


Fig. 139. — *Sepia officinalis*. — Die den Oesophagus umgebende Nervenmasse. *N*. Cerebralganglion; *N'*. Pedalganglion; *N''*. parietosplanchnisches Ganglion: *ao*. Aorta; *oe*. Oesophagus; *oe*. Mundnerven; *P*. Nerven zum After; *M*. Mantelnerven; *g*. oberes, *g'*. unteres Buccalganglion. (Nach GARNER.[1])).

Das Nervensystem von *Nautilus* (Fig. 140) unterscheidet sich in wichtigen Punkten von dem der *Dibranchiaten*. Die Cerebralganglien (a) sind durch einen dicken Querstrang vertreten, der vor dem Oesophagus liegt und von dessen äusseren Ecken die Seh- und Riechnerven entspringen, während von seinem vordern Rande Nerven zur Mundmasse abgehen. Die Pedalganglien (b) liegen nahe an den Cerebralganglien und sind durch eine dünne Commissur verbunden, welche hinter der Speiseröhre wegzieht. Sie versorgen die sämmtlichen Armfortsätze und den Trichter mit Nerven; mit ihnen sind ferner die kurzen Hörnerven verbunden. Die parietosplanchnischen Ganglien (c) sind wie die Cerebralganglien lang ausgezogen und bilden zusammen einen dicken Strang, der an beiden Enden mit den Cerebralganglien verbunden ist und eine vom Pedalnervenbogen gesonderte, durch einen Fortsatz des Knorpelskeletes davon getrennte Schlinge um die Speiseröhre bildet. Die stärksten Nerven, welche von diesen Ganglien entspringen, sind die an die Kiemen tretenden.

Augen, Geruchsorgane und Gehörblasen sind immer vorhanden. Die Augen der *Cephalopoden* können in Augenhöhlen an den Seiten des Kopfes liegen, wie bei allen *Dibranchiaten*, oder gestielt sein, wie bei *Nautilus*. Im erstern Falle (Fig. 141) ist das Auge theils

1) Transactions of the Linnean Society, 1836.

2) Siehe HANCOCK, »Anatomy of the nervous system of *Ommastrephes*.« — Annals of Natural History, 1852.

vom Kopfknorpel (*K*, zu dem bisweilen besondere Augenhöhlenknorpel (*k*, hinzutreten können, theils von einer mit jenen zusammenhängenden fibrösen Kapsel umschlossen. Die fibröse Kapsel wird über dem Auge durchsichtig und bildet den bald als den Vertreter der Hornhaut, bald als den Vertreter der Augenlider der Wirbelthiere betrachteten Theil. Diese durchsichtige Haut (*C*, ist bald ganz oder besitzt nur eine kleine Durchbohrung (*Octopus*, *Sepia*, *Loligo* und die übrigen *Myopsiden* D'ORBIGNYS), bald hat sie eine weite Oeffnung, aus welcher die Krystallinse hervorragen kann (*Loligopsis*, *Ommastrephes* und die übrigen *Oigopsiden* D'ORBIGNYS), oder auch sie fehlt endlich ganz und die Augenkapsel wird zu einer offnen Schale (*Nautilus*).



Fig. 140. — Nervensystem von *Nautilus pompilius*. — *a*. Cerebralganglien; *o*. Sehnerven; *b*. Pedalganglien; *t*, *t'*. Tentakelnerven; *c*. parietosplanchnische Ganglien; *d*. Eingeweideganglien; *m*. Mantelnerven. (Nach OWEN.)

Bei den *Dibranchiaten* wird ein grosser Theil der Kammer der Augenkapsel vom Ganglion (*go*) eingenommen, in das der Sehnerv nach seinem Eintritt in jene anschwillt, ferner durch Muskeln und durch einen eigenthümlichen weissen drüsigen Körper (*w*). Die Kapsel auskleidend, aber nicht an ihrer Innenfläche festsitzend, findet sich vorn das silberglänzende *Tapetum*, aus zwei Schichten gebildet. Diese gehen an den Rändern der freien Verlängerung des Tapetums, welche die Iris bildet, in einander über. Zwischen den beiden Schichten des Tapetums liegen Längsmuskelfasern. Unter dem Tapetum findet sich eine Knorpelschicht, welche die innere Augenkapsel bildet, sich nach aussen bis an die Iris erstreckt und an ihrer Innenseite von den Fasern des Sehnerven durchbrochen ist. An den freien Rand der innern Kapsel setzt sich ein dicker Wulst von Bindegewebe mit beigemengten Muskelfasern an. Dieser sogenannte *Ciliarkörper* (*ci*, fasst in die tiefe Rinne hinein, welche die Linse umgiebt. Letztere (*L*) besteht nämlich aus Schichten von structurlosen Häuten, welche Cuticularbildungen des Ciliarkörpers sind. Die Linse ist in der Richtung der Augenachse verlängert, so dass sie fast einen Cylinder mit convexen Enden darstellt

und mit ihrer tiefen äquatorialen Rinne, in welche der Ciliarkörper hineinfasst, eine wunderbare Aehnlichkeit mit einer Coddington-Linse hat. Der Glaskörper ist eine durchsichtige Flüssigkeit. Die innere Kapsel wird von der Retina ausgekleidet; dieselbe zerfällt in eine äussere (*Re*) und eine innere Schicht (*Ri*), welche durch eine Pigmentlage (*P*) von einander getrennt sind. Die innere Schicht besteht aus prismatischen oder cylindrischen Stäbchen, deren äussere Enden sich an das Pigment legen, während ihre dem Hohlraum des

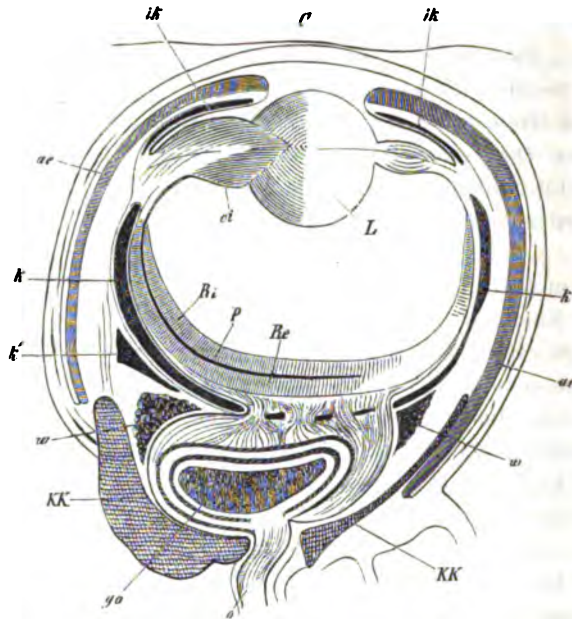


Fig. 141. — Horizontalschnitt durch das Auge von *Sepia* (Schematisch). — *K.* Kopfknorpel; *C.* Cornea; *L.* Linse; *ci.* Ciliarkörper; *Ri.* innere, *Re.* äussere Schicht der Retina; *P.* Pigmentschicht der Retina; *o.* Sehnerv; *go* Sehnervenganglion; *k.* Augapfelknorpel; *ik.* Irisknorpel; *w.* weisser Körper; *ae.* äussere irisirende Hülle. (Nach Hensen.)

Auges zugewandten inneren Enden von einer dicken hyaloiden Membran bedeckt sind. Die äussere Schicht (*Re*) enthält das Geflecht der Sehnervenfasern und zahlreiche von Bindegewebe gestützte (Ganglien-) Zellen. Die Nervenendigungen müssen also die Pigmentschicht durchsetzen, um zu den Stäbchen zu gelangen. Die Aehnlichkeiten zwischen dem Cephalopoden- und dem Wirbelthierauge sind, wie man sieht, blos oberflächlich und verschwinden bei näherem Vergleiche.

Bei *Nautilus* hat das Auge weder Cornea noch Linse noch Glaskörper, sondern ist bloss ein von der Retina ausgekleideter Becher. Die Oeffnung für den Eintritt des Lichtes ist ausserordentlich klein.

Die Geruchsorgane, deren wahre Natur zuerst von KÖLLIKER [1]) erkannt worden ist, sind bald Gruben, bald Papillen des Integuments, welche hinter oder über den Augen liegen. Bei den *Teuthiden* und *Sepiaden* sind es Einsenkungen über den Augen; bei den *Octopoden* sind es entweder Vertiefungen oder Papillen (*Argonauta* und *Tremoctopus*) in derselben Lage, aber näher an der Vorderseite des Körpers. Bei *Nautilus* sind sie langgestreckt, tentakelförmig und liegen unmittelbar hinter den Augen.

Die Gehörblasen liegen bei den *Dibranchiaten* in Höhlen des Kopfknorpels und enthalten einen einzigen grossen Otolithen, der aus kohlensaurem Kalk besteht und eine rundliche oder unregelmässige, aber bestimmte und charakteristische Form besitzt. Bei *Nautilus* liegen die Gehörblasen nach MACDONALDS Beobachtung nicht im Kopfknorpel, sondern an den Pedalganglien. Sie enthalten zahlreiche Otolithen.

In der Gegend der Hauptganglien ist ein inneres Skelet aus echtem Knorpel ausgebildet und umhüllt dieselben manchmal vollständig. Es dient den wichtigsten Muskeln zum Ansatz. Bei manchen Cephalopoden finden sich ausserdem Knorpel im Mantel und im Trichter. Die Muskelfasern der Cephalopoden sind nicht quergestreift.

Die Thiere sind getrenntgeschlechtlich und die Fortpflanzungsorgane ganz anders gebaut als bei den übrigen Mollusken. Sie bestehen in beiden Geschlechtern (Fig. 142) aus blättrigen oder verästelten Organen, deren zelliger Inhalt sich in Eier oder Spermatozoen verwandelt. Sie sitzen an einem Punkte oder einer Linie der Wand einer Kammer, welche bei den Weibchen einiger Arten durch zwei symmetrisch gelegenen Eileiter mit der Mantelhöhle communicirt, bei den meisten weiblichen und fast allen männlichen Cephalopoden aber nur einen Ausführungsgang besitzt, der gewöhnlich an der linken Seite liegt, aber auch nahe an der Mittellinie (*Nautilus*-Männchen) oder selbst an der rechten Seite (*Nautilus*-Weibchen) liegen kann. Beim Weibchen besitzt der Eileiter, resp. besitzen die Eileiter drüsige Erweiterungen. Ausserdem entwickeln sich an den

1) KÖLLIKER, »Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden«, 1844, S. 107.

Wandungen der Kiemenhöhle zwei blättrige *Nidamentaldrüsen* sowie noch accessorische Drüsen. Diese Drüsen sondern eine zähe Flüssigkeit ab, welche die Eier umhüllt und bei der Ablage in verschiedener Weise an einander fügt. Beim Männchen liefert eine Prostatadrüse das Material für die Kapseln oder *Spermatophoren*, welche Packete von Spermatozoen enthalten und bisweilen eine sehr complicirte Structur besitzen.

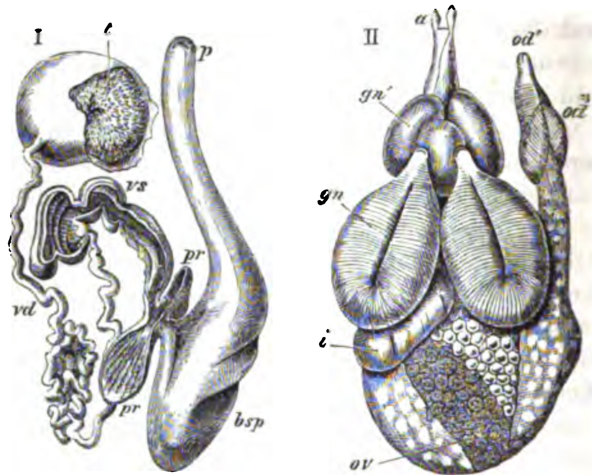


Fig. 142. — *Sepia officinalis.* — I. Männliche Geschlechtsorgane. *t.* Hode; *vd.* vas deferens; *vs.* Samenblase: *pr.* Prostata; *bsp.* Spermatophorenbehälter; *p.* Penis mit der Geschlechtsöffnung. (Nach Duvernoy.)
II. Weibliche Geschlechtsorgane. — *a.* After; *i.* Dünndarm; *ov.* Eierstock; *od'.* Eileiteröffnung; *od.* Eileiterdrüse; *gn.* Nidamentaldrüse; *gn'.* accessorische Drüsen. (Nach Milne-Edwards.)

Bei den *Dibranchiaten* sind die Spermatophoren dünne cylindrische Körper von bis zu zwölf Millimeter Länge. Sie besitzen eine äussere structurlose Hülle, die an einem Ende dünner ist als am andern und oft am dünnen Ende in einen feinen Faden ausgeht. Innerhalb dieser Hülle, die er an ihrem dickern Ende ganz und im Uebrigen zur Hälfte oder zwei Dritteln ausfüllt, befindet sich ein zarter Sack voll von Spermatozoen. Den Rest der Kapsel nimmt ein sehr eigenthümlicher, elastischer Körper ein, der ähnlich aussieht wie ein Wischkolben einer Kanone, auf dessen Griff eine Spirale gedreht ist. Das verbreiterte »Wischkolben«-Ende dieses Körpers ist durch eine zarte Verlängerung an dem Samensack befestigt, während der »Griff«, der zu lang ist, um gerade liegen zu können, an dem dem Wischkolben gegenüberliegenden Ende aufgerollt und

dann an der äussern Hülle befestigt ist. Wenn diese Körper mit Wasser in Berührung kommen, krümmen und winden sie sich seltsam; endlich giebt das dünne Ende der Hülle nach, die Feder macht sich los, schnellt aus der Hülle hervor und treibt den Samensack mit heraus.[1]

Bei *Nautilus* sind nach VAN DER HOEVEN die Spermatophoren viel einfacher gebaut.

Die Cephalopoden-Männchen unterscheiden sich von den Weibchen durch die Asymmetrie ihrer Arme, von denen einer oder mehrere an einer Seite eigenthümlich modificirt oder *hektokotylisirt* sind.

Einige Cephalopoden sind ganz schalenlos, die meisten aber besitzen eine Mantelschale, die entweder eine äussere oder eine innere sein kann. Im erstern Falle liegt der Eingeweidesack in demjenigen Theile des Schalenraumes, welcher dem offnen Ende zunächst liegt, und der übrige Hohlraum zerfällt in lufthaltige, durch Querwände (*septa*) geschiedene Kammern. Die Septen sind durchbohrt und durch die sämmtlichen Durchbohrungen hindurch bis an die Anfangskammer der Schale zieht eine Verlängerung des Mantels — der *Sipho*. Die inneren Schalen der Cephalopoden können sehr verschiedene Formen haben, selbst gekrümmt und mit einem Sipho versehen sein; in diesem Falle ist indessen die der Schalenmündung zunächst gelegene Kammer klein und nicht im Stande, die Eingeweide zu beherbergen.

Unsere Kenntniss von der Entwicklung der Cephalopoden beschränkt sich auf diejenige der *Dibranchiaten*.[2] Bei diesen findet eine partielle Furchung des Dotters statt. Das an der einen Seite desselben aus den kleineren Blastomeren gebildete Blastoderm breitet sich allmählich über das ganze Ei aus und umwächst die grösseren und sich langsamer theilenden Blastomeren. Der Mantel tritt als ein erhabener Fleck im Mittelpunkte des Blastoderms auf, während die zukünftigen Tentakeln als symmetrisch angeordnete Erhebungen der Peripherie an beiden Seiten des Mantels erscheinen. Zwischen

1) Ueber den feinern Bau dieser merkwürdigen Samenpatronen siehe MILNE-EDWARDS ausführlichen Aufsatz, »Observations sur les spermatophores des Mollusques céphalopodes. — Annales des Sciences naturelles, 1840.

2) KÖLLIKER, »Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden«, 1844. GRENACHER, »Zur Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXIV. S. 419. LANKESTER, »Observations on the development of the Cephalopoda.« — Quart. Journal of Microscopical Science, 1875.

diesem und dem Mantelrande bezeichnen zwei Längswülste die Anlagen der Epipodien, während der Mund in der Mittellinie vor dem Mantel und der After sammt den Kiemenanlagen dahinter auftreten. Das übrige Blastoderm bildet die Wandungen eines die grösseren Blastomeren umschliessenden Dottersackes. Die Manteloberfläche wird nun allmählich mehr und mehr convex und der hintere Rand des Mantels wächst in eine freie Falte aus, welche die Mantelkammer umgiebt und die Kiemen bedeckt. Die innere Schale entwickelt sich in einem durch eine Einstülpung des Mantelektoderms gebildeten Sacke. Die Epipodien verwachsen hinten und erzeugen den Trichter, während die vorderen seitlichen Theile des Fusses über den Mund hinaus wachsen und so den Letztern allmählich aus seiner Stellung vor der Neuralfläche in den Mittelpunkt derselben drängen. Nach und nach schwindet der Dottersack und die darin enthaltenen Blastomeren werden schliesslich in das Innere des Eingeweidesackes aufgenommen, in welchen der Darmcanal allmählich hineingezogen wird.

Die *Cephalopoden* zerfallen in zwei ganz verschiedene Gruppen, die *Tetrabranchiaten* und die *Dibranchiaten*.

Die *Tetrabranchiaten* besitzen eine äussere, gekammerte, mit einem Sipho versehene Schale. Die Endkammer der Schale ist viel grösser als alle übrigen, und der Körper des Thieres kann vollkommen in dieselbe zurückgezogen werden. Wenn, wie bei der einzigen jetzt lebenden Gattung *Nautilus* (Fig. 143), die Schale zu einer flachen symmetrischen Spirale aufgerollt ist, liegt ihre Spitze an der Vorderfläche des Körpers, und die äusserste Kammer, in welche der ganze Körper zurückgezogen werden kann, liegt daher hinter der Achse der Spirale. Bei *Nautilus* sind die Armfortsätze kurz und besitzen keine Saugnäpfe wie diejenigen der *Dibranchiaten*. Die Ränder des Fusses laufen nach aussen in eine Art Scheide aus, welche vorn die Gestalt einer breiten Kappe mit höckriger Oberfläche besitzt, während sie sich an den Seiten in viele Fortsätze von ungleicher Länge theilt. Hinten sind die beiden Hälften der Scheide auf dem grössern Theil ihrer Länge durch einen weiten Zwischenraum getrennt, oben aber durch einen dicken muskulösen Isthmus verbunden. Der centrale Theil der Scheide ist eine breite dreieckige kappenartige Platte mit freier Spitze. Er enthält zwei Hohlräume, deren jeder einen Tentakel birgt. Der Tentakel besteht aus einem dünnen Stiele, auf dem eine grosse Anzahl von Querplatten so an-

gebracht ist, dass die Achse des Stieles durch den Mittelpunkt der Platten zieht. Die vorderen und seitlichen Theile der Haube werden durch zwei kleinere Fortsätze ergänzt, von denen jeder einen ähnlichen Tentakel enthält, und die Seitentheile der Scheide sind von sechzehn oder siebzehn kleineren tentakelförmigen Fortsätzen gebildet, deren Oberfläche mehr oder minder deutlich geringelt ist. Wenn die Scheide aufgeklappt wird, so sieht man an ihrer Innenfläche, an jeder Seite, nahe an dem einspringenden Winkel zwischen ihr und der den Schnabel umgebenden Lippe und längs der Verbindungslinie zwischen den Seitentheilen der Scheide und dem Isthmus einen dünnen, freien, quadratischen Lappen, der zwölf Tentakeln trägt. Der Isthmus verbindet die hinteren Kanten dieser »äusseren tentakeltragenden Lappen« sowie die der beiden Hälften der Scheide und besitzt an seiner vordern oder innern Oberfläche eine breite mit zarten, dicht stehenden, gekrümmten Lamellen besetzte Fläche. Zwei ähnliche, aber viel dickere »innere tentakeltragende Lappen«, welche gleichfalls je zwölf Tentakeln tragen, liegen zwischen jenen und der Lippe. Sie sind von den äusseren Lappen ganz frei und verbinden sich mit der Scheide nur oben und hinten. Wie die Hälften der Scheide sind diese beiden Lappen hinten durch einen dicken Isthmus verbunden, auf dessen Oberfläche eine Anzahl paralleler Längsblätter stehen. Der unter der Scheide und den Lappen verborgene Schnabel ist von der bereits erwähnten dünnen, ringförmigen Lippe umgeben, deren freie Ränder mit Papillen besetzt sind. Ausser diesen steht ein kurzer, kegelförmiger, tentakeltragender Fortsatz über dem gestielten Auge und ein andrer darunter. Beim Männchen fehlen die inneren tentakeltragenden Lappen, und die äusseren sind in zwei Abschnitte getheilt, einen vordern, der acht, und einen hintern, der vier Tentakeln trägt. An der linken Seite sind vier Tentakeln des hintern Abschnittes stark umgebildet und in ein eigenthümliches, als *Spadix* bezeichnetes Organ verwandelt, das an seiner Aussenfläche eine scheibenförmige Drüse trägt. Es besteht also eine Art *Hektokotylisation* bei den *Tetrabranchiaten*.

Die Ränder der Epipodien sind nicht zu einem röhrenförmigen Trichter (Fig. 143, *J*) verwachsen. Sie bilden eine musculöse Haut, welche an der Vorderfläche des Körpers eng ist, hinten aber breit wird und sich so faltet, dass ihre hinteren Ränder einander decken.

Der Mantel hat eine breite vordere Falte, welche die vordere Convexität der Schale bedeckt, und die davon bekleidete Region ist

schwarz. Die Mantelkammer erstreckt sich nur über drei Fünftel der Länge des Körpers, ist also weniger tief als bei den *Dibranchiaten*. Der After befindet sich in der Mittellinie an der Hinterwand der Mantelhöhle, nahe an dem Uebergang in die Vorderwand. Die vier Kiemen (*br*) sitzen, zwei jederseits vom After, an der Hinterwand der Kiemenhöhle; die innere Kieme ist kürzer als die äussere. Die aus zahlreichen senkrechten Blättern bestehenden, zum Theil von einer Falte der die Mantelhöhle auskleidenden Membran bedeckten Nidamentaldrüsen (*gn*) liegen an der Hinterwand dieser Höhle, etwa halbwegs zwischen dem Uebergang derselben in die Vorderwand und dem freien Rande. Die paarigen Nierenkammern liegen unmittelbar über ihnen, gleichfalls in der Hinterwand der Mantelhöhle.

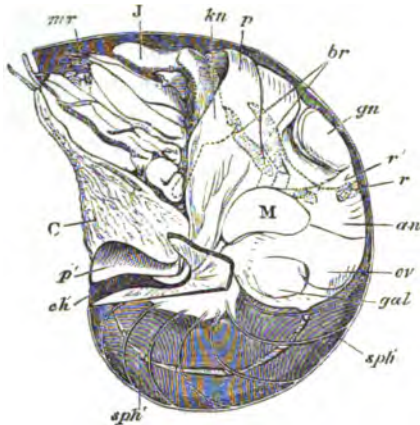


Fig. 148. — *Nautilus pompilius*, Weibchen. *C*. Kappe; *mx*. Kiefer; *J*. Trichter; *p*, *p'*. Mantel; *br*. Kiemen; *gn*. Nidamentaldrüse; *r'*,*r*. Lage der Nierenanhänge; *ann*. Hornring; *u*. Schalenmuskel; *ov*. Eierstock; *gal*. Eileiterdrüse; *sph'*. Sipho; *ch*. schwarzer Theil der Schale unter dem Mantel *p'*; *kn*. Fortsatz des Knorpelskelets in den Trichter. (Nach KEFERSTEIN.)

Die Mundmasse ist sehr gross: ihre Länge beträgt ein Drittel der Körperlänge. Die Enden der grossen hornigen Zähne sind stumpf und von einer Kalkablagerung überzogen. Der Oesophagus erweitert sich zu einem weiten Kropfe und ist durch eine Einschnürung von dem Magen abgesetzt, dessen Chitinauskleidung dick und mit Leisten versehen ist. Der Pylorusblindsack ist klein und rundlich, und der Dünndarm macht zwei Windungen um sich selbst, ehe er den After erreicht. Speicheldrüsen scheinen zu fehlen, wenn nicht etwa gewisse drüsige Körper, die innerhalb der Mundmasse liegen, so zu deuten sind.

Die Leber ist eine locker verästelte, in vier Lappen zerfallende Drüse und liegt im vordern Theile der Leibeshöhle. Ein Tintenbeutel ist nicht vorhanden, ebensowenig Kiemenherzen. Das quadratische Körperherz liegt an der linken Seite des hintern Theiles des Körpers, nahe an dem Uebergang der hintern Wand der Mantel-

höhle in die vordere. Es nimmt vier Kiemenherzvenen auf. An ihm sitzt ein birnförmiger Sack, der nach KEFERSTEIN in die Mantelhöhle mündet.

Das Knorpelskelet trägt die Pedal- und parietosplanchnischen Ganglien, umfasst aber die Speiseröhre nicht und bildet auch keine Decke über den Cerebralganglien. Zwei lange Fortsätze (*kn*) des Skelets treten in den Trichter und liefern Anheftungspunkte für die Muskeln desselben. Ferner entspringen von denselben zwei grosse Schalenmuskeln, welche nach oben und aussen ziehen und sich an oralen Chitinstücken inseriren, welche an der Aussenfläche des Mantels sichtbar sind und durch einen dünnen Ring von derselben Substanz (*annulus*, *Ann*), der um den Mantel herumzieht, zusammenhängen.

Der Eileiter entspringt nicht direct aus dem Sacke, in dem der Eierstock (*ov*) liegt, sondern aus einer gesonderten Kammer, in welche der Ovarialsack mündet. Eine grosse Eiweissdrüse (*gal*) ergiesst ihr Secret in den Ovarialsack. Das Vas deferens entspringt in ähnlicher Weise nicht aus dem Sack des Hodens, sondern aus einer kleinern mit diesem zusammenhängenden Kammer. Der Anfang des Vas deferens ist erweitert und drüsig. Ueber die Entwicklung der *Tetrabranchiaten* ist nichts bekannt.

Die einzigen lebenden Vertreter der *Tetrabranchiaten* sind die verschiedenen Varietäten des »Perl-Nautilus« (*Nautilus pompilius*) die man in den südlichen Meeren in beträchtlichen Tiefen am Boden findet. Die Gattung gehört zu den ältesten, da man sie durch die ganze Reihe der Schichten bis hinauf zum Silur verfolgen kann. Daneben finden sich in den paläozoischen Formationen zahlreiche nahe verwandte Formen, die sich vom *Nautilus* hauptsächlich durch die abweichende Krümmung (*Lituites*, *Gyroceras*, *Trochoceras*) oder Streckung (*Orthoceras*, *Gomphoceras*) der Schalen und durch die verschiedene Lage, die Grössenverhältnisse und den Grad der Verkalkung des Siphos unterscheiden.

In der Mitte der paläozoischen Periode (DEVON) treten Tetrabranchiaten (*Ammonitiden*) auf, bei denen die Ränder der Septen stark gekrümmt sind, so dass sie, wenn die äussere Schicht der Schale abgeschliffen ist, als quere Zickzack-Linien erscheinen, an denen man *Loben* und *Sättel* unterscheidet (*Goniatites*, *Ceratites*). In der mesozoischen Periode werden die Loben und Sättel äusserst complicirt, während die Schale gerade, gebogen oder gewunden sein kann (*Ammonites*, *Baculites*, *Turrilites*). Die *Ammonitiden* sind

in den mesozoischen Schichten ausserordentlich zahlreich, doch findet sich in tertiären und quaternären Formationen keine Spur mehr von ihnen.

In Begleitung der Ammoniten und nicht selten in der Endkammer ihrer Schale finden sich die sogenannten *Aptychen*. Es sind Platten von schalenartiger Substanz, dreiseitig, mit abgerundeten Ecken, welche mit ihren geradesten Rändern so aneinander liegen, dass sie wie eine zweischalige Muschel aussehen. Sie bestehen aus zwei Schichten, einer innern und einer äussern, von denen die innere Anwachslinien zeigt, welche concentrisch mit dem Winkel jeder Platte verlaufen, welcher an der der andern Platte anliegenden Seite ihres breiten Endes liegt. Die äussere Schicht besteht aus vielen Blättern und ist von Poren durchzogen. An ihrer freien Oberfläche besitzt sie häufig Längsleisten. Die herzförmigen Platten, welche sich in manchen *Goniatiten* und *Ammoniten* finden, heissen *Anaptychen*.

Die *Aptychen* nehmen, wenn sie ungestört sind, die Mitte der Hinterwand der Endkammer des Ammoniten ein und sind mit ihrer Basis dem Munde zugekehrt. Ueber das Wesen der *Aptychen* und *Anaptychen* ist nichts Sicheres bekannt.[1])

Bei den *Dibranchiaten* läuft der Fuss in nie weniger als acht und nie mehr als zehn Arme aus, welche mit Saugscheiben (*acetabula*) versehen sind. Jede Saugscheibe ist eine sitzende oder gestielte Schale, an deren Boden sich ein Zapfen erhebt, der die Schale fast ausfüllt, aber durch Muskelfasern, welche sich an ihn ansetzen, zurückgezogen werden kann. Werden die Ränder der Saugscheibe an irgend einen Gegenstand angelegt und dann der Zapfen zurückgezogen, so wird ein partielles Vacuum erzeugt, und die Saugscheibe haftet durch den Luftdruck an der Oberfläche an. Die Ränder der Saugscheiben sind häufig durch Chitinringe verstärkt; diese können gezähnt (Fig. 135, B) und manchmal in lange krumme Haken ausgezogen sein.

Die Ränder der Epipodien sind nicht nur einwärts gefaltet, sondern verwachsen zur Bildung eines röhrenförmigen Trichters, durch den das zu Athmungszwecken in die Kiemenhöhle aufgenommene Wasser wieder ausgestossen wird. Sehr oft entwickelt

---

1) Siehe die Erörterung dieser Frage bei KEFERSTEIN in BRONNS »Klassen und Ordnungen«, Bd. III.

sich im Trichter eine Klappe, welche das Zurückströmen des Wassers in den Mantel verhindert. Es sind nur zwei Kiemen vorhanden, und zwischen diesen in der vordern Wand des Kiemensackes, in der auch die Nidamentaldrüsen liegen, befindet sich der After. Die hornigen Schnäbel sind scharf zugespitzt und nicht von Kalk überzogen. Die Leber ist gewöhnlich eine compacte Masse. Eine eigenthümliche Drüse, welche eine äusserst dunkle Flüssigkeit — die sogenannte Tinte — absondert und die Form eines ovalen oder birnförmigen Sackes besitzt (der »Tintenbeutel«) mit einem langen Ausführungsgange, welcher in das Rectum oder nahe bei demselben mündet, liegt manchmal in der Leber, manchmal weiter nach hinten (Fig. 137, I). Wenn das Thier beunruhigt wird, spritzt es die Tinte aus und bildet so eine dunkle Wolke im Wasser, durch die es sich den Rückzug deckt. Es sind zwei Kiemenherzen vorhanden.

Das Auge liegt in einer Augenhöhle und besitzt eine Linse. Das knorplige Kopfskelet bildet einen Ring um die Speiseröhre und umgiebt die Hauptganglien. Gewöhnlich ist eine innere Mantelschale vorhanden. Sie kann gekammert und mit einem Sipho versehen sein; in diesem Falle ist die letzte Kammer aber klein und kaum grösser als die anderen.

Die *Dibranchiaten* zerfallen in die *Octopoden* und die *Decapoden*. Die *Octopoden* besitzen acht Arme und haben keine Mantelschale. Bei dem Weibchen einer Gattung *Argonauta*, Papier-Nautilus, Fig. 144) verbreitern sich jedoch die Enden des vordersten Armpaares stark, werden nach hinten über den Mantel geschlagen und sondern ein zierliches Schalengebilde ab, das den Körper bedeckt und zur Anheftung der Eier dient. Bei dieser Gattung und bei einigen anderen Octopoden (*Octopus carina*, *Tremoctopus violaceus* und *T. Quoyanus*) ist das Männchen viel kleiner als das Weibchen und erzeugt einen Hektokotylus.



Fig. 144. — *Argonauta argo*. — A. Weibchen mit entfalteten Armen, in ihrer natürlichen Lage, die Schale *b* umfassend; *d.* die andern sechs Arme; *a.* Trichter. B. Saugscheiben.

Bei *Argonauta argo* (Fig. 145, 146) ist der dritte Arm der linken Seite so umgebildet. Zuerst hat er die Form eines Sackes, in dem der dünne Endtheil des Armes aufgerollt ist (Fig. 146, B). Der Sack platzt dann und lässt den Arm austreten (Fig. 145), worauf

die beiden Hälften sich an der Aussenfläche der Basis des Armes vereinigen und eine Kammer bilden, welche sich auf eine noch nicht bekannte Weise mit Spermatophoren füllt. Während der Vereinigung der Geschlechter löst sich der so mit Samen beladene Arm ab und bleibt in der Mantelhöhle des Weibchens stecken. Als ihn DELLE CHIAJE zuerst entdeckte, hielt er ihn für einen Schmarotzer und nannte ihn *Trichocephalus acetabularis*, während der entsprechende in einem *Octopus* gefundene Körper von CUVIER *Hectocotylus octopodis* genannt wurde.



Fig. 145. — *Argonauta argo*, Männchen, mit dem Hectocotylusarme.

Bei *Tremoctopus* ist es der dritte Arm an der rechten Seite, der zum *Hectocotylus* wird. Bei andern *Octopoden* [1] ist der eine oder der andere Arm eigenthümlich umgestaltet, löst sich aber nicht los oder dient als Behälter für die Spermatophoren.

Die Decapoden haben zehn Arme, von denen zwei gewöhnlich viel länger als die übrigen sind, und aus Taschen vorgestülpt, resp. in dieselben zurückgezogen werden können. Die Saugscheiben besitzen hornige Ränder, welche die Gestalt von Haken annehmen können. Die Hectocotylisirung beschränkt sich auf die Modification der Form eines der Arme. Immer ist eine innere Schale vorhanden, welche entweder eine Feder (*Calamus*) oder ein Schulp (*os sepia*), oder ein *Phragmoconus* oder eine Combination des Letzteren mit einer Feder ist.

Die *Teuthiden* charakterisiren sich durch den Besitz einer Feder. Dies ist ein blattförmiges Chitingebilde mit einer oder mehreren Längsrippen, das in einer Tasche an der Vorderwand des Körpers liegt und von der dieselbe auskleidenden Membran abgesondert wird. Das Hinterende der Feder ist gewöhnlich breit und seine Ränder können sich einfalten, so dass sie einen kegelförmigen Becher bilden (*Ommastrephes*).

---

1) STEENSTRUP, »Die Hectocotylenbildung bei *Argonauta* und *Tremoctopus* erklärt durch Beobachtungen ähnlicher Bildung bei den Cephalopoden. — Archiv für Naturgeschichte, 1856.

Bei den *Sepiaden* oder Tintenfischen besteht der an derselben Stelle gelegene Schulp oder das *os sepiae* aus einer breiten der Feder entsprechenden, und gleichfalls an ihrer Spitze zu einem kurzen Kegel zusammengelegten, aber verkalkten Platte. An der Innenfläche dieser Platte bildet eine grosse Zahl zarter Kalkblätter die durch zahlreiche kurze Säulen unter einander verbunden sind, ein mit Luft erfülltes schwammiges Gewebe.[1])

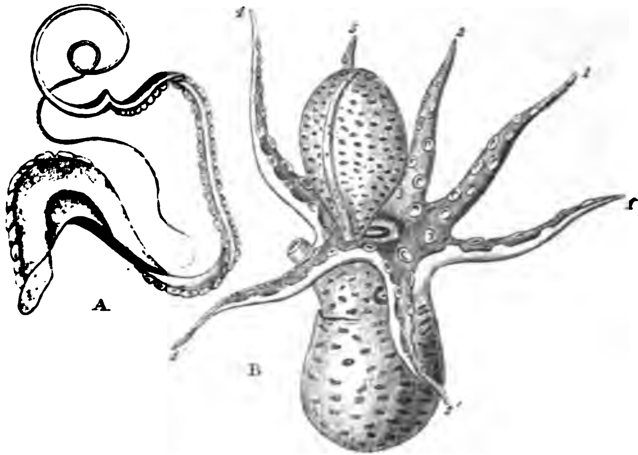


Fig. 146. — *Argonauta argo.* — B. Männchen; der hectocotylisirte Arm in seinem Beutel; 1. 2. 3. 4, die Arme der rechten Seite; 1', 2', 4', die übrigen Arme der linken Seite. A. der losgelöste Hectocotylus.

Bei den *Spiruliden*, deren einziger Vertreter jetzt die Gattung *Spirula*[2]) ist, eines der seltensten Thiere, obwohl die Schalen desselben sich in unzähligen Millionen an den Ufern der Inseln des stillen Oceans aufgehäuft finden, ist die Schale spiralig gewunden und durch von einem Sipho durchbrochene Septen in Kammern getheilt. Die letzte Kammer dieses Phragmoconus ist indessen nicht grösser als die vorhergehenden, und die Schale wird durch seitliche

---

1) Die Ebenen von über einander liegenden parallelen Blättern bilden einen spitzen Winkel mit derjenigen der Hauptplatte des Schulps. Die verbindenden Säulchen stehen senkrecht zu den Blättern und können einfach oder verästelt sein. Wenn die junge *Sepia* das Ei verlässt, enthält der Schulp schon Luft.

2) R. Owen, »Zoology of the Samarang«, 1848.

Fortsätze des Mantels, welche sich hinter derselben vereinigen und wahrscheinlich die Wände des Sackes darstellen, in dem sich die Schale ursprünglich gebildet hat, in ihrer Lage erhalten. Die letzte Kammer der Schale liegt vor der Achse der Spirale; die Schale ist also in umgekehrter Richtung aufgerollt wie die von *Nautilus*.

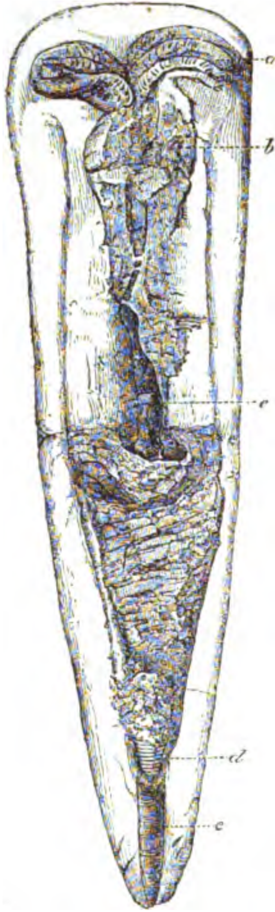


Fig. 147. — *Belemnites*, mit Ueberresten des Körpers des Thieres. (Nach einem Exemplar im Londoner Museum of Practical Geology). — *a*. Arme mit Haken; *b*. Kopf; *c*. Tintenbeutel; *d*. Phragmoconus; *e*. Rostrum.

Bei gewissen ausgestorbenen Gattungen (z. B. *Spirulirostra*) ist eine Schale ähnlich derjenigen von *Spirula* in eine dichte, aus Lamellen gebildete spitzige Scheide eingeschlossen, die ähnlich aussieht wie das Hinterende eines Schulps oder der Feder eines *Ommastrephes*.

Bei den *Belemnitiden* (Fig. 147), welche in der mesozoischen Periode reich entwickelt waren, aber seit der Zeit vollständig ausgestorben sind, liegt ein gerader *Phragmoconus* innerhalb eines mehr oder minder verkalkten, aus Lamellen zusammengesetzten kegelförmigen Gebildes, des sog. *Rostrums*, das sich nach vorne in ein verschieden gestaltetes, gewöhnlich blattförmiges *Proostracum* fortsetzt. Das Proostracum und das Rostrum zusammen entsprechen der Feder der *Teuthiden*. Aus den seltenen Exemplaren von *Belemnitiden*, bei denen auch die Weichtheile in der Versteinerung sich erhalten haben, ersieht man, dass die Arme mit Haken ausgerüstet waren, und dass ein grosser Tintenbeutel vorhanden war.[1]

1) HUXLEY, »The structure of Belemnites«. — Memoirs of the geological survey of the united Kingdom«, 1864.

Die Gattung *Acanthoteuthis* [1]) (*Belemnoteuthis*, PEARCE) — einer derjenigen Belemniten, bei dem das Rostrum fast rudimentär ist, während das Proostracum gross und federähnlich ist — kommt in der Trias vor und ist der älteste bekannte dibranchiate Cephalopod. Die gewöhnlichen *Belemniten* sind vom Lias bis gegen das Ende der mesozoischen Periode häufig, verschwinden aber später. Die *Sepiaden* treten in der zweiten Hälfte der mesozoischen Periode auf, während die *Teuthiden* schon im Lias durch Gattungen, welche den lebenden Formen sehr nahe stehen (*Teuthopsis*, *Belemnosepia*), vertreten sind.

---

1) R. OWEN, »A description of certain Belemnites, etc.« — Philosophical Transactions, 1844.

Capitel IX.

Die Echinodermen.

Die Echinodermen sind ausschliesslich Meeresthiere. Sie besitzen immer ein Skelet, welches aus Kalknadeln besteht, die sich gewöhnlich zu einem Netzwerk verbinden und gesonderte Skeletplatten erzeugen. Diese hängen meistens durch Gelenke oder Nähte mit einander zusammen, bleiben indessen bisweilen auch gesondert. Eine mehr oder minder geräumige Peritonealhöhle trennt die Körperwand von derjenigen des Darmcanals. Das Nervensystem besteht bei denjenigen Echinodermen, bei denen es am Befriedigendsten bekannt ist, aus einem Ringe, der den Oesophagus umfasst und fünf radiäre Längsstränge abgiebt. Ferner ist ein eigenthümliches Gefässsystem, das sogenannte *Ambulacral*-Gefässsystem (»Wassergefässsystem«), das gleichfalls einen Ring um den Oesophagus bildet, in hohem Grade charakteristisch für die Echinodermen. Die bekanntesten Echinodermen — die Seesterne (*Asteriden*), die Haarsterne (*Ophiuriden*), die Seeigel (*Echiniden*) und die Seelilien (*Crinoiden*) — besitzen eine ausgebildete radiäre Symmetrie, indem nämlich ähnliche Theile, gewöhnlich in der Fünfzahl, um eine centrale Achse angeordnet sind. Der Körper ist kuglig, scheibenförmig oder sternförmig. Die Seegurken und Trepangs (*Holothuriden*) sind dagegen langgestreckt und wurmförmig, aber die radiäre Symmetrie ist auch hier in der Anordnung der Mundtentakeln, des Nerven- und des Wassergefässsystems nachweisbar. Zu bemerken ist übrigens, dass bei vielen Echinodermen die radiäre Symmetrie selbst beim ausgebildeten Thiere mehr scheinbar als wirklich besteht, insofern man nämlich eine Medianebene findet, zu der die zu beiden Seiten davon gelegenen Theile symmetrisch angeordnet sind. Mit wenigen

Ausnahmen verlässt der Embryo das Ei als eine bilateral symmetrische, die mit Wimperschnüren ausgestattete und auch sonst einer Wurmlarve ähnliche Larve, welche wir ein *Echinopaedium* nennen wollen. Die Verwandlung dieses Echinopädiums in ein Echinoderm erfolgt durch die Entwicklung eines Enterocoels und Verwandlung desselben in die Peritonealhöhle und das ambulacrale System von Gefässen und Nerven; ferner durch die Metamorphose des Mesoderms in radiär angeordnete Metameren. Das Resultat davon ist die mehr oder minder vollständige Verwischung der ursprünglichen bilateralen Symmetrie des Thieres.

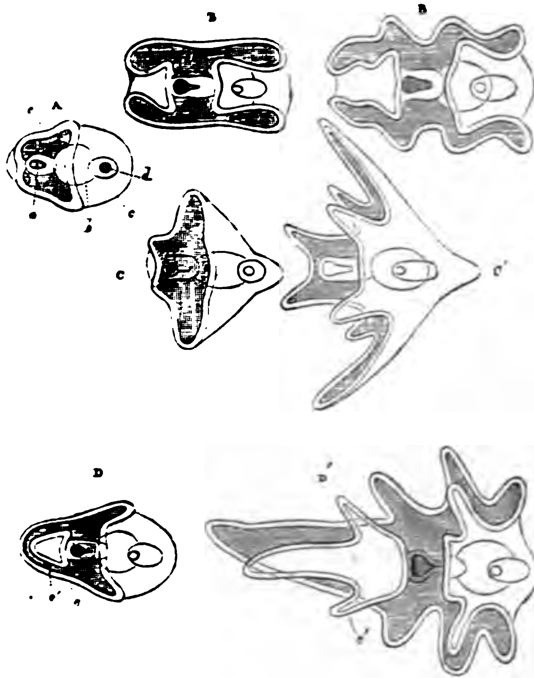


Fig. 148. — Schema des allgemeinen Planes der Entwicklung der Echinodermen (nach J. Müller). — *A.* gemeinsame Form, von der sich die wurmförmigen Holothuriden- (*B*, *B'*) und die plutensförmigen Ophiuriden- und Echiniden- (*C*, *C'*.) Larven ableiten; *D*, *D'*. jüngere und weiter vorgeschrittene Stadien der Asteriden- (*Bipinnaria*) Larven. *a.* Mund; *b.* Magen; *c.* Enddarm; *e.* Wimperschnur; *e'*. zweiter oder vorderer Wimperkranz der *Bipinnaria*.

1. Die Holothuriden. — Das Studium des Baues der Echinodermen geht am besten von denjenigen Gliedern dieser Abtheilung aus, welche sich in vieler Hinsicht am wenigsten von Würmern wie den *Gephyreen* entfernen. Bei den *Synapten* z. B. (Fig. 149) ist

der Körper stark in die Länge gezogen und cylindrisch; der Mund liegt an einem Ende, der After am andern. Die Mundöffnung befindet sich im Mittelpunkt eines Tentakelkranzes, und von ihr aus führt die Speiseröhre in einen Darmcanal, ohne deutliche Sonderung in Magen und Enddarm; derselbe erstreckt sich durch den ganzen Körper und hängt mit dessen Wandungen durch ein Mesenterium zusammen. Die Wandung des Darmcanals besitzt äussere Ring- und innere Längsmuskelfasern und ist immer von einem zelligen Endoderm ausgekleidet.

Die Leibeswand oder das *Perisom* besteht aus einem äussern zelligen Ektoderm, welches eine Schicht von Bindegewebe mit Ring- und Längsmuskelfasern bedeckt. Die Letzteren sind in fünf Bändern angeordnet, welche sich vorne an eine entsprechende Anzahl von Stücken eines Kalkringes ansetzen, der den Schlund (Fig. 149. E umgiebt. Solcher getrennter Stücke, welche diesen Ring zusammensetzen, sind gewöhnlich zehn oder zwölf vorhanden; die fünf, an welche sich die Längsmuskeln ansetzen, sind mit einem Ausschnitt oder einer Durchbohrung zum Durchtritt der vom Ringnerven an die Körperwand ziehenden ambulacralen Nerven versehen.

Das Integument enthält zahlreiche durchbrochene, flache Kalkplatten, an denen vorspringende ankerförmige Haken von derselben Substanz befestigt sind (Fig. 149, F). Nach Semper entwickeln sich diese Anker in besonderen, mit einem Epithelbelag versehenen Taschen.[1])

Zwischen der Leibeswand und dem Darmcanal befindet sich eine geräumige Leibeshöhle, und die dieselbe auskleidenden Zellen sind in mehr oder minder grosser Ausdehnung bewimpert. Am Mesenterium sitzen gestielte Wimperbecher.

Das Ringgefäss des Ambulacralsystems umgreift den Oesophagus unterhalb des Kalkringes (Fig. 149, E, *h*). Nach hinten giebt es verschiedene blindsackartige Verlängerungen ab, welche frei in die Peritonealhöhle hineinhängen. Einige von diesen — die »Polischen Blasen« — sind blosse Blindsäcke; ausser diesen aber finden sich eine oder mehrere schlauchartige Verlängerungen, deren durchbrochenes Ende von einem Kalknetz umkleidet ist; man nennt diese

---

1) Ueber diesen und alle andern Punkte hinsichtlich des Baues der Holothurien siehe die schöne Monographie von Semper. »Reisen im Archipel der Philippinen. Wissenschaftliche Resultate. Bd. I. *Holothurien*«.

die »Madreporencanäle« oder »Steincanäle«. Durch die Oeffnungen am freien Ende des Steincanales communicirt das Innere des Wassergefässsystemes mit der Peritonealhöhle. Nach vorne giebt das Ringgefäss Aeste an die Tentakeln ab. Nach aussen von Diesen liegt der Kalkring, nach innen das Vorderende des Darmcanales und der Nervenring. Beim Eintritt in den Tentakel erweitert sich jeder Ast und entsendet einen kurzen Blindsack an die Aussenseite des Kalkringes. Die Wassergefässe sind von einer Flüssigkeit mit zahlreichen kernhaltigen Zellen erfüllt.

Contractile Gefässe, welche den Darm begleiten und an gegenüber liegenden Seiten desselben liegen und mit einer ähnlichen zellenhaltigen Flüssigkeit erfüllt sind, scheinen trotz der abweichenden Beschaffenheit ihres Inhalts den Pseudhämalgefässen der Anneliden zu entsprechen. Diese Gefässe erstrecken sich meist in die Leibeswand hinein.

Das Nervensystem besteht aus einem Ring, welcher nach aussen vom Ringcanal des Wassergefässes liegt und in gleichen Abständen fünf Hauptstränge abgiebt. Diese treten durch die schon erwähnten Oeffnungen oder Einschnitte in dem Kalkringe und ziehen an der Mittellinie je eines der Längsmuskelbänder entlang, bis an das entgegengesetzte Ende des Körpers. Die Ambulacral-Nerven scheinen hohl zu sein, oder vielleicht ist es richtiger, sie als Verdickungen in der Wand eines Nervencanales zu betrachten, wie sie es bei den *Asteriden* sind[1].

Die Geschlechtsdrüse ist unpaar und mündet nahe am oralen Körperende in der Ansatzlinie des Mesenteriums. Die verästelten Blindschläuche, aus denen sie zusammengesetzt ist, enthalten sowohl Eier als Spermatozoen, so dass also die *Synapten* hermaphroditisch sind. Die Mehrzahl der *Holothuriden* jedoch sind getrennt geschlechtlich.

Bei anderen *Holothuriden* kann das Skelet eine mächtigere Entwicklung erreichen und selbst die Gestalt von deutlichen, übereinander greifenden Platten annehmen (*Psolus*). Ausserdem giebt der

1) Nach GREEFF (»Ueber den Bau der Echinodermen«, 3. Mitth. Sitz. Ber. d. Ges. zu Marburg 1872) liegt nach aussen von den Ambulacralnerven bei den Holothurien noch ein zweiter Canal, welcher der Ambulacralrinne der Seesterne entspräche. TEUSCHER (»Beiträge zur Anatomie der Echinodermen«. — Jenaische Zeitschrift, 1876) erklärt diesen Canal jedoch für ein Kunstproduct.

Ringcanal des Ambulacralgefässsystems nicht nur Polische Blasen, Steincanäle und Tentakelgefässe ab, sondern es gehen von ihm fünf Canäle aus, treten mit den Nerven durch Löcher oder Ausschnitte in

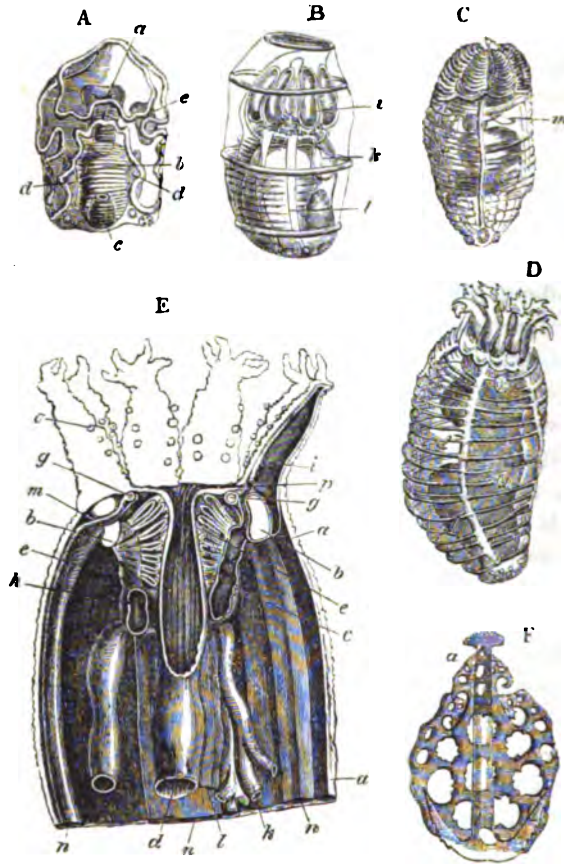


Fig. 149. — *Synapta digitata* und *inhaerens* (nach Baur).
A. Larve mit bilateraler Wimperschnur und radförmigen Kalkplatten. Bauchansicht. *a.* Mund und Oesophagus; *b.* Magen; *c.* Enddarm und After; *d.* Enterocoelsäcke (»wurstförmige Körper«) zu den Seiten des Magens; *e.* Anlage des Ambulacralgefässsystems. B. weiter vorgeschrittener Zustand der Larve, bei dem die Mundöffnung verstrichen ist (sogenanntes »Puppenstadium«) und die Wimpern in Reifen angeordnet sind. *i.* Tentakeln; *k.* Polische Blasen; *l.* Längsmuskeln der Körperwand. C'. eine junge *Synapta*, bei der die Wimperreifen verschwunden sind, mit ihren fünf Tentakeln und den Kalkrädchen am Hinterende. *m.* der Steincanal, der jetzt in die Leibeshöhle mündet. D. eine junge *Synapta inhaerens* mit ankerförmigen Kalkkörpern; nur am Hinterende sind dieselben klein und polygonal. E. Längsschnitt durch das Vorderende des Körpers einer ausgebildeten *Synapta digitata*. *a.* Perisom mit den Längsmuskeln und radialen Nervenstämmen; *b.* Kalkring; *c.* Tentakelcanäle; *d.* Oesophagus; *e.* vom Schlunde ausstrahlende Muskeln; *g.* abgeschnittene Enden des Nervenringes; *c.* Wassergefässring mit einer Polischen Blase; *i.* Hohlraum eines längsangeschnittenen Tentakels, in den ein Tentakelcanal mündet; *k.* Geschlechtsdrüsen; *l.* Mesenterium mit dem dorsalen Blutgefäss; *m'.* »Gehörbläschen«, am Radialnerv; *n.* Längsmuskeln; *o.* Tentakelfüsschen; *p.* Mundscheibe. F. Kalkplatte und Anker von *Synapta inhaerens*.

denjenigen Platten des Kalkringes, an welche sich die Längsmuskeln ansetzen, und ziehen in der Mitte eines jeden dieser Muskelfelder entlang an der Innenseite der Längsnerven hin. Es sind die »Radiärgefässe« des Ambulacralgefässsystems. Bei den höheren Holothuriden giebt jedes dieser Radiärgefässe viele Seitenzweige ab, welche in contractile Fortsätze der Körperwand eintreten, die der Ortsbewegung dienen, und »Ambulacralfüsschen« oder schlechthin »Füsschen« heissen. Entsprechend der Anordnung der Ambulacralgefässe stehen diese Füsschen gewöhnlich in fünf Längsreihen, welche die Ambulacra bilden. Manchmal (*Psolus*) sind die Füsschen in zweien von den fünf Ambulacren unterdrückt, während die anderen drei an einer abgeplatteten Fläche stehen, auf der das Thier kriecht.

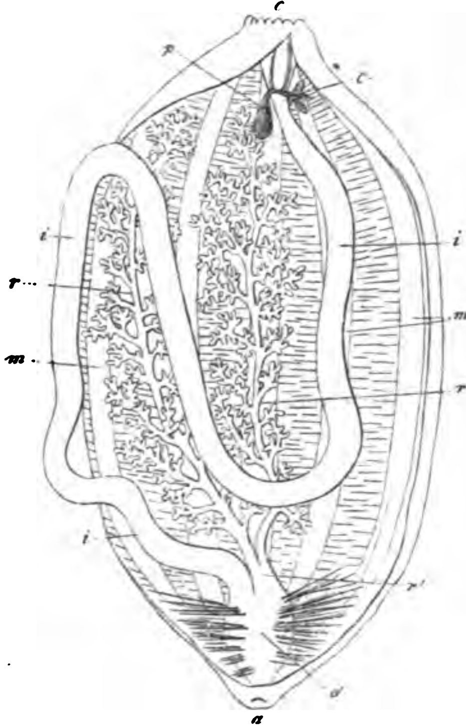


Fig. 150. *Holothuria.* — *o.* Mund; *i.* Darmcanal; *d.* Kloake; *a.* After; *c.* verästelter Steincanal; *p.* Polische Blase; *r.* Wasserlungen; *r'.* Vereinigung derselben vor der Einmündung in die Kloake; *m.* Längsmuskeln des Körpers.

Bei den höheren Holothuriden endet der Darm mit einer gesonderten Kloake, in welche zwei hohle verästelte Organe münden, die in der Leibeshöhle liegen. Die Verästelungen des einen von ihnen treten zwischen die Maschen eines besonderen Geflechtes der Pseudhämalgefässe. In die Kloake und diese Anhänge, welche ohne Zweifel Excretions-Organe sind und gewöhnlich »Wasserlungen« genannt werden, wird Wasser aufgenommen und wieder daraus ausgestossen. Wahrscheinlich münden die letzten Verzweigungen dieser Organe direct in die Leibeshöhle.[1])

1) Siehe Semper a. a. O. S. 133.

Die »CUVIERschen Organe« sind solide einfache oder verästel Anhänge der Kloake, deren Function noch unbekannt ist. Bei ein gen Holothuriden ist die Afteröffnung mit einem Kranz von Kall platten versehen.

Bei vielen der höheren Holothuriden erreicht das Pseudhäma gefässsystem eine grosse Complicirtheit und erstreckt sich mit sein Aesten nicht nur den Darmcanal entlang, sondern umfasst, wie b reits oben erwähnt, auch eines der verzweigten Excretions-Organ

Die abweichendste Form dieser Gruppe, welche man bis jet kennt, ist die Gattung *Rhopalodina*. Der Körper ist flaschenförmi und am Halse der Flasche befinden sich zwei Oeffnungen. Eine v ihnen, der Mund, ist von zehn Tentakeln umgeben; um die a dere, die Afteröffnung, stehen zehn Papillen und eben so viele Kal platten. Eine geräumige, mit Excretions-Organen versehene Klo kenhöhle durchzieht den Hals der Flasche und mündet in der Afte öffnung nach aussen. Die Speiseröhre ist von einem Kranz von ze Kalkplatten umgeben. Der Ausführungsgang der Geschlechtsorga liegt zwischen der Kloake und der Speiseröhre. Vom Mittelpunkt d erweiterten aboralen Endes des Körpers gehen zehn Ambulacra a und erstrecken sich wie eben so viele Meridiane bis nahe an d Anfang des Halses. Jedem dieser Ambulacren entsprechend fin sich ein Längsmuskelband; eine besondere Eigenthümlichkeit *Rhopalodina* besteht darin, dass sich von diesen Muskeln fünf an Kalkring des Afters und fünf an den des Schlundes ansetzen. lange indessen nicht nachgewiesen ist, dass der Ringcanal des A bulacralgefässsystemes nicht nur den Schlund, sondern auch Kloake umfasst — was in hohem Grade unwahrscheinlich ist — man berechtigt, anzunehmen, dass der After bei *Rhopalodina* wie den *Crinoiden* eigentlich interradial liegt.[1])

Die Entwicklung der Holothuriden ist äusserst lehrreich. der Furchung geht eine blasenförmige Morula hervor, we

1) Aus den neuesten Untersuchungen von H. LUDWIG (»Ueber *Rhopal lageniformis* GRAY und die darauf gegründete Classe *Diplostomidea* SEMPE Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXIX. S. 497) geht hervor, dass die zehn R gefässe am untern Körperpole nicht endigen, sondern paarweise inein übergehen; dass *Rhopalodina* also nicht zehn, sondern nur fünf Radien b wie die übrigen Holothuriden. *Rhopalodina* ist demnach eine Holothurid der die bei *Cucumaria* begonnene Verkürzung des mittlern dorsalen Inter bis zur Berührung des Afters mit dem Munde gesteigert ist. D. Uebers.

sich einstülpt und in eine ovale bewimperte Gastrula verwandelt. Die Einstülpungsöffnung wird zum After, während ein Mund und eine Speiseröhre sich nahe am vordern Körperende durch eine Ektodermeinstülpung bilden, welche sich mit dem blinden Ende des Endodermsackes oder Urdarmes verbindet und in dasselbe öffnet. Der so vervollständigte Darmcanal besteht nunmehr aus einer Speiseröhre, einem rundlichen Magen und einem Enddarm. Die Wimpern des Ektoderms bleiben gewöhnlich auf eine einzige Schnur beschränkt, welche sich vielfach hin und her windet, jedoch im Allgemeinen quer zur Körperachse verläuft (Fig. 148, B; Fig. 149, A). In einer späteren Periode wird dieses einfache Band durch eine Reihe von Wimperreifen ersetzt (Fig. 149, B). Nach KOWALEVSKY [1]) erhält der Embryo von *Pentacta doliolum* niemals Wimpern, während derjenige von *Psolinus* aus dem Zustande, in welchem die Wimpern über die ganze Oberfläche zerstreut sind, direct in denjenigen übergeht, welcher fünf Wimperreifen besitzt, zwischen zweien von denen der Mund liegt. In diesem Stadium hat er auffallende Aehnlichkeit mit dem Embryo von *Comatula*. In einem weiter entwickelten Stadium des *Psolinus* besitzt das von dreieckigen Kalkplatten, zwischen denen die Tentakeln entspringen, umgebene Mundende des Körpers in der That eine ausserordentliche Aehnlichkeit mit dem oralen Ende der jungen pentacrinoiden Larve von *Comatula*.

Die Peritonealhöhle und die Wassergefässe entstehen auf eine sehr merkwürdige Weise aus dem Urdarme, ehe die Oesophaguseinstülpung denselben erreicht.[2]) Der vordere Theil des Urdarmes giebt einen blinden Fortsatz ab, der zu einem Sacke wird und sich vom Urdarm als eine *Vasoperitonealblase* (SELENKA) abschnürt. Diese Blase rückt an die linke Seite des Darmcanales und entsendet nun ein enges gangartiges Divertikel gegen die dorsale Region des Ektoderms, mit welcher derselbe schliesslich verwächst, so dass der Hohlraum des Divertikels durch einen rundlichen Porus nach aussen mündet. Die Vasoperitonealblase theilt sich nun in zwei Theile, von denen einer, der *Ambulacralsack*, mit der Oberfläche durch den

1) Mémoires de l'Acad. de St. Pétersbourg. 1868.

2) Siehe METSCHNIKOFF. »Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen. — Méd. de l'Acad. de St. Pétersbourg. Vol. XIV. 1869, und besonders die sehr befriedigende Abhandlung von SELENKA, »Zur Entwicklung der Holothurien.« — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXVII. S. 155.

Gang im Zusammenhang bleibt und die Grundlage des gesammten Wassergefässsystems bildet, während aus dem andern, dem *Peritonealsacke*, das Peritoneum hervorgeht. Der Erstere wird fünflappig, umwächst die Speiseröhre und erzeugt die Tentakel- und Ambulacralcanäle sammt der oder den Polischen Blasen, während der Gang sich von der Rückenwand loslöst und zum Steincanale wird.



Fig. 151. — Entwicklung einer *Holothurie* (nach Müller). — A. junge Larve (*Auricularia*); *g.* dorsaler Porus des Wassergefässsackes *h.* B. älteres Stadium; *c'.* Enddarm; *g.* Rückenporus; *f. f'.* Wassergefässring mit seinen Verlängerungen; *i.* Kalkkörper. C. junge *Holothurie* mit Wimperreifen; *g.* Steincanal; *f'.* Polische Blase.

Der Peritonealsack hingegen theilt sich in zwei Blasen, welche sich zu den Seiten des Magens anordnen. Der Magen nimmt eine mehr cylindrische Gestalt an, und diese Blasen werden zu den von Joh. Müller beobachteten »wurstförmigen Körpern« (Fig. 149, A, *d*). Diese nehmen allmählich an Grösse zu, umwachsen den Darmcanal und verbinden sich über und unter demselben. So entsteht zwischen dem Endoderm und dem Ektoderm ein cylindrischer Hohlraum mit einer doppelten Wand.

Die innere Wand des Hohlraums legt sich zusammen mit den Mesoblastzellen, welche sich aus dem Endoderm zu entwickeln scheinen, an den Darmcanal an und liefert Muskel- und Peritoneal-Ueberzug desselben, während die äussere Wand sich an das Ektoderm oder an die dasselbe überziehenden Mesoblastzellen anlegt und sich mit diesen in die Muskel- und Peritoneal-Bekleidung der Leibeswand verwandelt. Der Zwischenraum zwischen beiden ist die Peritonealhöhle. Inzwischen streckt sich der Körper des Embryos in die Länge; es entwickeln sich die Tentakeln um den Mund, die Wimperschnüre verschwinden und die Holothurienform ist fertig.

Die Peritonealhöhle der Holothuriden ist mithin ein Enterocoel und entspricht der Perivisceralhöhle der *Sagitta* oder der *Brachiopoden*. Die Wassergefässe sind gleichfalls Modificationen des Enterocoels. Ferner entsprechen augenscheinlich die Gebilde, welche sich

zwischen dem Enterocoel und dem Ektoderm und Endoderm entwickeln, denen, welche sich bei andern Thieren aus dem Mesoblast bilden. Das ausgebildete Echinoderm steht in derselben Beziehung zum *Echinopaedium* wie ein Annelid zu seinem Embryo: die fertige Gestalt ist bedingt durch die eigenthümliche Anordnung der aus dem Mesoblast hervorgehenden Theile. Kein Theil des Echinopaediums wird im Laufe der Entwicklung bei den *Holothuriden* abgeworfen.

2. Die Asteriden. — Ein Seestern lässt sich mit einer Holothurie vergleichen, bei der die Ambulacren auf die orale Hälfte beschränkt sind und der Körper so abgeplattet ist, dass er nur eine sehr kurze Achse besitzt, während sein äquatorialer Durchmesser stark vergrössert und jedem Ambulacrum entsprechend in Fortsätze ausgezogen ist. Das Resultat wäre eine Scheibe von der Form eines Fünfecks oder eines fünfarmigen Sternes, an der nur die den Mund tragende Fläche Ambulacren besitzt. Es sind also die *Ambulacral-* und die entgegengesetzte oder *Antambulacralfläche* von gleicher Ausdehnung. Die meisten *Asteriden* sehen aus wie fünfarmige Sterne, einige aber sind fünfeckige Scheiben (*Goniaster*) und einige wenige (*Solaster*) besitzen mehr als fünf Arme. Bei *Brisinga* sind die Strahlen schärfer von der Scheibe abgesetzt als gewöhnlich, und die Gattung hat daher das äussere Ansehen eines *Ophiurids*.

Alle *Asteriden* besitzen ein Skelet, das aus getrennten Platten oder dicken Stäben besteht, welche aus einem dichten netzförmigen Kalkgerüst gebildet sind. Eine tiefe Rinne, welche vom Munde bis an das Ende des Armes ausstrahlt, bezeichnet die Lage jedes Ambulacrums; die Seiten dieser Rinne werden von zwei Reihen von Ambulacralplatten getragen, die sich in der Mittellinie oder an der Decke der Rinne berühren und durch Gelenke verbunden sind. Nach aussen von diesen Platten liegt der Ambulacralnerv und -Canal. Mundtentakeln sind nicht vorhanden.

Der fünfarmige Körper des gemeinsten Seesternes der Nordsee (*Uraster* oder *Asteracanthion rubens*) besitzt eine orale Fläche, in deren Mittelpunkt der Mund liegt, und eine entgegengesetzte oder aborale Fläche. Nicht genau im Mittelpunkt dieser letzteren, aber doch nahe dabei befindet sich die kaum sichtbare Afteröffnung. Der Mund, welcher sehr verschiedene Grösse besitzen kann, liegt in der Mitte einer weichen häutigen Mundscheibe (*Peristom*). Eine tiefe

Furche, die »Ambulacralrinne«, nimmt die Mitte der Oralfläche jedes Armes ein und wird fast ausgefüllt von contractilen, mit kreisrunden scheibenförmigen Enden versehenen Saugfüssen, welche scheinbar in vier Längsreihen angeordnet sind. Die tiefste Stelle der Rinne liegt an ihrem centralen Ende, wo die sie auskleidende Haut in die Mundmembran übergeht. Am flachsten ist sie am distalen Ende, wo sie in einen medianen Fortsatz, den Augenstiel, ausläuft, an dessen aboraler Seite der unpaare mediane »Augententakel« steht. Vom Mund bis an die Spitze jedes Armes gezogene Linien heissen *Radien*; man sagt daher, die Ambulacren liegen *radial*. Die zwischen den Ambulacren gelegenen Theile des Körpers heissen *interradial*. Die Seitenwände der Ambulacralrinnen je zweier benachbarten Ambulacren vereinigen sich am Umfang der Mundscheibe und bilden fünf »interradiale Winkel«. An einer Seite der aboralen Fläche der Körperscheibe zwischen den Wurzeln zweier Arme, also interradial, liegt eine ovale oder bisweilen fünfeckige, schwach convexe Platte, deren Oberfläche von eigenthümlichen mäandrischen Furchen durchzogen ist; es ist die *Madreporenplatte* oder das *Madreporit*.

Das Perisom oder die Körperwand ist an der aboralen Fläche und an den Seiten der Arme überall mit kurzen Stacheln bedeckt. Zwischen diesen ragen Gruppen von zarten häutigen, an ihrem freien Ende geschlossenen Röhren hervor. An den Stacheln und an dem zwischen diesen gelegenen Perisom sitzen kleine zweizinkige zangenähnliche Körperchen, die *Pedicellarien*, welche während des Lebens beständig umhertasten und schnappen.

Das Perisom besitzt äusserlich ein mit einer dünnen Cuticula versehenes zelliges Ektoderm, das zahlreiche Wimpern trägt. Darunter befindet sich ein bindegewebige und muskulöse Elemente enthaltendes Mesoderm, in welchem die das Skelet darstellenden Kalkgebilde liegen. An der Innenseite des Perisoms kleidet ein Wimperepithel die Leibeshöhle aus.

Die einzelnen Elemente, aus denen das Skelet besteht, lassen sich in drei Gruppen theilen: die »Platten« (*Ossicula*), welche aneinander stossen und durch Muskel- und Bindegewebe verbunden sind und das Hauptgerüst des Körpers bilden; die »Stacheln«, welche am dem einen Ende durch Bandmasse an den Platten befestigt, am andern frei sind, und endlich die in den *Pedicellarien* enthaltenen Kalkgebilde. An der ambulacralen Wand des Körpers sind die Platten längliche Stäbe von sehr ungleicher Länge, welche in der Weise

mit einander verbunden sind, dass sie polygonale, rundliche oder längliche Maschen zwischen sich frei lassen. Die Seiten und die Decke der Ambulacralrinne aber sind von zwei Reihen sehr regelmässig angeordneter und gleich gestalteter Ambulacralplatten (»Wirbel«) begrenzt, welche mit einander oben in der Mittellinie verbunden sind und so divergiren, dass sie die Ambulacralrinne umfassen und sich mit ihren äusseren Enden auf dicke kurze Adambulacralplatten stützen, welche an den Seiten der Rinne liegen (Fig. 155. D).

Zwischen je zwei Ambulacralplatten, in derselben Hälfte des Ambulacrums, befindet sich ein durch Vereinigung von Einschnitten in der Oral- und Apicalfläche der beiden Wirbel gebildeter Canal. Jeder Wirbel trägt also einen Halbporus an der oralen und einen andern Halbporus an der distalen Fläche. Der Halbporus an der oralen Fläche liegt immer weiter nach innen als der Halbporus an der distalen Fläche, und da der Theil der Ambulacralplatten, welcher zwischen beiden liegt, nur dünn ist, so erscheint die Porenreihe, obwohl sie in Wirklichkeit einfach und scharf im Zickzack gebogen ist, auf den ersten Blick doppelt. Durch diese Poren treten die Gänge, welche die Ambulacralblasen mit dem Füsschen verbinden, und die verhältnissmässig grossen, sehr biegsamen und dehnbaren Füsschen stehen in Folge dessen so dicht gedrängt, dass es den Anschein gewinnt, als bildeten sie zu beiden Seiten der Mitte des Ambulacrums eine Doppelreihe.

In der Umgebung der Mundscheibe werden die Platten der Ambulacra kleiner, rücken näher an einander und bilden ein Fünfeck um den Oesophagus, dessen Winkel den Enden der Ambulacralfurchen entsprechen. Die verbundenen äusseren Enden des dem Munde zunächst gelegenen Ambulacralplattenpaares ragen ausserhalb der Mundmembran als fünf senkrechte Kämme hervor, die mit starken, von Pedicellarien besetzten Stacheln bewaffnet sind. Diesen entsprechend ragen fünf sichelförmige, mehr oder minder verkalkte Falten des Perisoms in die Körperhöhle hinein. Sie stehen interradial und erstrecken sich bis herauf an die aborale Wand. Ihre inneren Ränder sind frei und sehen nach dem Magen zu; mit einer von ihnen ist der Steincanal und der diesen begleitende Sinus eng verbunden.

Die Stacheln sind mehr oder minder beweglich mit den Platten verbunden; aber es sind keine so regelmässigen Gelenke vorhanden, wie man sie bei den *Echiniden* findet. Die Pedicellarien sitzen

auf kurzen biegsamen Stielen. Das Skelet derselben besteht aus zwei an einem Basalstück eingelenkten Zinken. Von der Mitte des Ersteren gehen sehr starke Schliessmuskeln an die Innenseite der Zinken, während schwächere Fasern, welche sich an die Aussenseite der Zinken ansetzen, als Oeffner dienen.

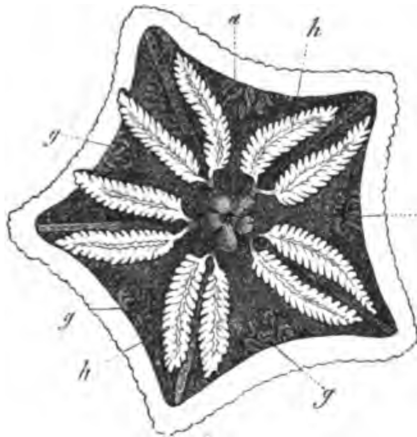


Fig. 152. — *Asteriscus verruculatus*, von der Rückenfläche geöffnet. *a*. After; *i*. Magen mit seinen interradialen Aussackungen; *h*. radiale Anhänge des Magens; *g*. Geschlechtsdrüsen.

Die Speiseröhre führt in einen weiten Magen, der in fünf grosse *Cardiacalsäcke* ausgeht, deren Wände wieder mit vielfachen Aussackungen versehen sind. Diese Cardiacalsäcke liegen radial und können sich eine kurze Strecke in den Hohlraum des entsprechenden Armes hineinziehen. Aboralwärts von diesen Säcken verengt sich der Darmcanal plötzlich und erweitert sich dann wieder zu einem flachen aber weiten fünfeckigen *Pylorussack* (Fig. 152, *i*), dessen Ecken in fünf Schläuche auslaufen. Jeder von diesen zieht längs der Mitte der aboralen Fläche eines Radius hin und theilt sich dann in zwei Aeste, welche parallel mit einander durch die Hälfte oder zwei Drittel der Länge des Armes verlaufen und dann blind enden. Jeder dieser Schläuche (Fig. 152, *h*) giebt blindsackartige, paarweise einander gegenüberliegende Erweiterungen ab, welche in den Hohlraum des Armes hineinhängen. Die Ränder des fünfeckigen Pylorussackes und die aborale Fläche seiner Aeste stehen durch Mesenterialfalten mit dem aboralen Perisom in Verbindung. In ähnlicher Weise ist die Oralfläche der Cardiacalsäcke durch paarige Mesenterialfalten mit den Seiten der entsprechenden Reihe von Ambulacralplatten verbunden. Die aborale Fläche des Pylorussackes besitzt eine durch vorspringende klappenartige Falten verschlossene Oeffnung, welche in den kurzen röhrenförmigen Enddarm führt. Dieser endet in einem engen, fast im Mittelpunkte der aboralen Körperfläche gelegenen Analporus (Fig. 152, *a*). Der Enddarm nimmt den Ausführungsgang eines Blindsackes auf, der in zwei Hauptäste zerfällt, von denen jeder

wieder viele kleinere Unterabtheilungen besitzt. Zerlegt man das Thier, mit dem Munde nach abwärts, durch eine senkrechte Ebene, welche den Mund, den Mittelpunkt der aboralen Fläche, die Madreporenplatte und die Mittellinie des dieser gegenüber liegenden Armes trifft, so mündet, wenn dieser Arm vorne liegt, der After in dem linken hintern Interradialraum und die Blindsäcke liegen zum Theil in diesem, und zum Theil im linken vordern Interradialraum.

Das Nerven-[1]) und das Gefässsystem der Seesterne stehen in so inniger Beziehung zu einander, dass sie am besten zusammen betrachtet werden können, und da ihre Untersuchung in den Ambulacren mit den geringsten Schwierigkeiten verknüpft ist, so beginnen wir dort.

Schneidet man die Füsschen eines Ambulacrums sorgfältig ab, so sieht man am Grunde der Rinne zwischen den Wurzeln der Füsschen eine Längsleiste liegen. Diese Leiste ist der Ambulacralnerv. Verfolgt man ihn bis an die Spitze des Armes, so sieht man ihn am Auge und dessen Tentakel enden; in der anderen Richtung erreicht er die Mundscheibe, an deren Peripherie er sich theilt; er läuft nun am Rande der Scheibe hin, verbindet sich mit den aus der Gabelung der benachbarten Ambulacralnerven hervorgehenden Aesten und bildet so einen etwa fünfeckigen Ring um den Mund.

Das Auge[2]) ist eine mit dem Ambulacralnerven zusammenhängende dicke kissenförmige Ektodermanschwellung, in welche viele ovale von Pigment umgebene Körper eingebettet sind, die den Krystallkegeln eines zusammengesetzten Auges zu entsprechen scheinen.

Der Tentakel, der aboral vom Auge liegt, gleicht in seiner Structur einem der Füsschen, besitzt jedoch am Ende keine Saugscheibe; er scheint ein Tastorgan darzustellen.

Auf einem guten Durchschnitte durch einen der Arme oder Radien sieht man den Nerven als eine bandartige Verdickung des Ektoderms, dessen Zellen eigenthümlich modificirt sind, aber seitlich ununterbrochen in die gewöhnliche Ektodermbekleidung der Füsschen übergehen. Dieser bandartige Nerv bildet die der Aussen-

1) Siehe Wilson, »The nervous system of the Asteridea«. Transactions of the Linnean Society, 1862; ferner die unten citirten neueren Beiträge von Teuscher.

2) Vergl. Haeckel, Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. X. S. 183.

fläche zugekehrte Wand eines Canales, der sich durch die ganze Länge des Ambulacrums erstreckt und der »ambulacrale Nervencanal« heissen mag. Er ist durch eine Längsscheidewand getheilt. An seinem oralen Ende theilt sich, wie bereits erwähnt, jeder ambulacrale Nerv, wenn er die Mundmembran erreicht, in zwei divergirende Aeste, welche sich mit den entsprechenden Aesten der anderen Ambulacralnerven zu einem Mundringe vereinigen. Diesem Letzteren entsprechend findet sich ein »Nervenringcanal«, in den die ambulacralen Nervencanäle münden.

Auf dem Querschnitte durch den Arm sieht man einen zweiten, viel grössern Canal zwischen den aneinander stossenden Enden der Ambulacralplatten und einer starken, Querfasern enthaltenden Scheidewand, welche jenen vom Nervencanal trennt. Dies ist der Radialcanal (Fig. 153, *r*) des Wassergefässsystems. An seinem oralen Ende mündet derselbe in den »Wassergefässring« (*c*), der nahe an den Platten liegt, an welche sich die Ränder der Mundmembran ansetzen. Von den gegenüberliegenden Seiten des Radialcanales entspringen kurze Aeste, welche zwischen den Ambulacralplatten hindurchtreten und in den Hals eines verhältnissmässig grossen Sackes mit musculösen Wandungen (»Ambulacralbläschen«, *a*) münden, das im Innern des Radius an der aboralen Fläche der Ambulacralplatten liegt. Der Hals des Ambulacralbläschens geht in entgegengesetzter Richtung in ein Füsschen (*p*) über. Das Ambulacralgefäss communicirt also einerseits mit den Hohlräumen sämmtlicher Füsschen und andrerseits mit dem den Mund umgebenden Ringgefäss. An diesem sitzen fünf Paare von kleinen Erhebungen, welche aus Blindsäcken bestehen, die in das Ringgefäss münden, und von einer Seite, gegen-

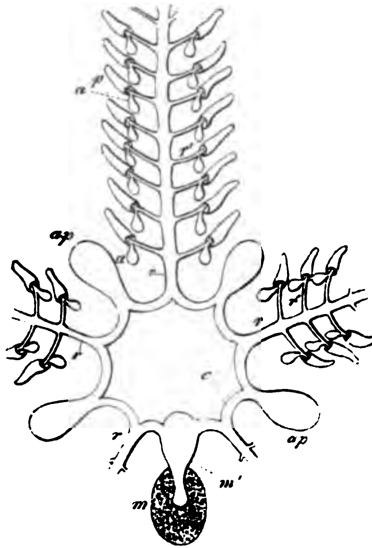


Fig. 153. — Schematische Darstellung des Wassergefässsystems eines Seesternes. *c.* Ringgefäss; *a.p.* Polische Blasen; *m.* Madreporenplatte; *m'.* Steincanal; *r.* Radialgefässe; *r'.* Seitenäste derselben, zu den Füsschen *p* und den Ampullen *a* tretend.

über einer der oben erwähnten interradialen sichelförmigen Falten, entspringt ein Canal, der in gewundenem Verlaufe an die aborale Fläche zieht und unter der Madreporenplatte endet: es ist der »Steincanal« (*m'*). Es ist kein einfaches Rohr, sondern seine Wände sind, wie SHARPEY zuerst beobachtet hat, doppelt eingerollt, so dass sie den Hohlraum zum Theil verschliessen. Ringförmige Verkalkungen verstärken den Canal. Durch die Poren der Madreporenplatte mündet der Hohlraum des Steincanales nach aussen, und infolgedessen sind die Hohlräume des gesammten Wassergefässsystems direct dem Seewasser zugänglich, in dem der Seestern lebt. Der Steincanal ist von der die Peritonealhöhle auskleidenden Membran überzogen. Diese umschliesst einen Sinus, der den Steincanal begleitet, und in dessen Inneres eine Falte vorspringt.

Die Existenz der bisher beschriebenen Gebilde ist nicht schwer festzustellen und alle Anatomen sind über das Wesen des Ambulacralgefässsystems einig. Allein ob die Nervencanäle als ein besonderes System von Blutgefässen zu betrachten sind und der Sinus, der den Madreporencanal begleitet, als ein Herz, wie gewöhnlich angenommen wird, das scheint mir höchst zweifelhaft.[1]) Ich bin vielmehr geneigt, anzunehmen, dass nicht nur diese Canäle, sondern

---

1) Seit TIEDEMANNS Zeit ist die Existenz eines Blutgefässsystems bei den Seesternen abwechselnd behauptet und geleugnet worden. Die neueren Untersuchungen von GREEFF (»Ueber den Bau der Echinodermen.« — Marburger Sitzungsberichte 1874—72), HOFFMANN (a. a. O.) und TEUSCHER sind für die Existenz des »Analringes« und eines weit verzweigten Systems von Canälen, welche mit diesem und den Nervencanälen zusammenhängen. Mir scheinen jedoch die Thatsachen, wie sie bis jetzt bekannt sind, nicht zur Annahme zu berechtigen, dass ein gesondertes Blutgefässsystem bestehe. Injectionen zeigen, dass alle diese Canäle mit den Wassergefässen und mit der äussern Umgebung durch Canäle in der Madreporenplatte communiciren, welche theils nach aussen, theils in den Steincanal und theils in den diesen begleitenden Sinus münden und mit dem den Mund umgebenden Nervengefäss communiciren. (Nach den neuesten Untersuchungen von H. LUDWIG (»Beiträge zur Anatomie der Asteriden.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXX. S. 99) lösen sich die hier vom Verf. dieses Buches ausgesprochenen Bedenken in der Weise, dass die von den früheren Autoren als Blutgefässe beschriebenen Canäle Hohlräume sind, in denen die eigentlichen geschlossenen und mit dem Herzen zusammenhängenden Blutgefässe suspendirt sind. Diese »Perihämalräume« bilden einen Theil der Leibeshöhle. Das Herz ist ein von GREEFF als »kiemenartiges Organ« bezeichnetes, in dem den Steincanal umgebenden Perihämalraume liegendes Gefässgeflecht. Wegen weiterer Einzelheiten vergl. das Original. D. Uebers.)

auch das Ring- oder richtiger fünfeckige Gefäss, das man an der aboralen Körperfläche um den After beschrieben hat, und das Aeste an die Eingeweide abgiebt und mit dem sogenannten Herzen communicirt, nur Abtheilungen des Zwischenraumes zwischen der Körperwand und dem Darmcanale sind, welche von der Anordnung der Wassergefässe und der Wandungen der Peritonealhöhle bedingt sind, welche ihrerseits beide, wie aus ihrer Entwicklung hervorgeht, das Resultat der Metamorphose sackförmiger Divertikel des Darmcanales sind, welche sich auf Kosten der ursprünglichen Periviseeralhöhle des Embryos ausgebreitet haben.

Die Peritonealhöhle des Körpers und der Radien ist mit einer wässrigen, Körperchen enthaltenden Flüssigkeit gefüllt; eine ähnliche Flüssigkeit findet sich in den Ambulacralgefässen und erfüllt wahrscheinlich alle beschriebenen Canäle. Die Körperchen sind kernhaltige Zellen, welche amöboide Bewegungen ausführen. Da die Hohlräume der schlauchförmigen Blindsäcke des Perisoms frei mit der allgemeinen Körperhöhle communiciren und ihre Wandungen an der allgemeinen Bewimperung der Auskleidung dieser Höhle theilnehmen, so ist es sehr wahrscheinlich, dass sie die Athmungsfunction versehen.

Die Geschlechtsdrüsen liegen paarweise interradial an der Verbindung von Scheibe und Armen (Fig. 152, *g*). Jede Drüse zerfällt in eine Anzahl von länglichen Fortsätzen, deren gemeinsame Basis an der Fläche einer der Interradialscheidewände ansitzt, während die Fortsätze frei in den Hohlraum der Arme hineinragen. Nach Hoffmann und Greeff füllen sich die inneren Hohlräume der Fortsätze bei der Injection des Gefässsystems. Es ist daher möglich, dass die Geschlechtsdrüsen bloss Fortsätze der Mesodermschicht sind, in deren Wandungen sich die Geschlechtsstoffe entwickeln; in diesem Falle würde eine nahe Beziehung zwischen den Geschlechtsdrüsen der Seesterne und denen der Crinoiden bestehen. Nach Greeff sind bei *Uraster* die äusseren Mündungen der Geschlechtsdrüsen während der Brunstzeit zu sehen; bei anderen Seesternen sind sie in den Interradien der aboralen Körperfläche sichtbar. Bei *Luidia*, *Ophidiaster* und einigen anderen Gattungen erstrecken sich die Drüsen weit in das Innere der Arme hinein, und bei *Brisinga endecacnemos* sind die Genitalien, wie G. O. Sars [1]) nachgewiesen hat, zahlreiche

1) G. O. Sars, »Researches on the structure and affinity of the genus *Brisinga*«, 1870. In dieser wichtigen Abhandlung weist der Verf. nach, dass *Brisinga*

gesonderte Drüsen, welche in zwei Reihen, einer zu jeder Seite der Mittellinie der centralen Hälfte jedes Armes, angeordnet sind. Jeder von diesen Eierstöcken oder Hoden besitzt eine eigene Oeffnung.

Bei einigen Asteriden geht der Embryo wie bei einigen Holothuriden ohne ein freies Larvenstadium in die Seesternform über. Gewöhnlich aber bilden sich auf dieselbe Weise wie bei den Holothuriden ein Echinopaedium, das sich von diesem jedoch in der Anordnung seiner Wimperschnüre und besonders durch die Verlängerung derselben in zahlreiche Lappen oder schmale Fortsätze unterscheidet, so bei der merkwürdigen, ursprünglich *Bipinnaria* genannten Form (Fig. 148. D, D' und Fig. 154). Es besitzt kein Kalkskelet.

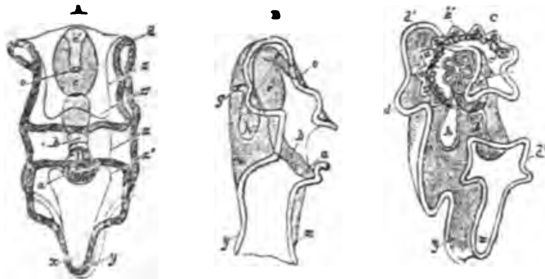


Fig. 154. — A. junge *Asteriden*-Larve (*Bipinnaria*, nach MÜLLER). — A. Bauch-, B. Seitenansicht der Larve; C. *Bipinnaria* mit der Anlage des Seesternes. *a*. Mund; *b*. Oesophagus; *c*. Magen; *c'*. Enddarm; *o*. After; *x*. ventrale, *y*. dorsale Seite des vordern Körperendes; *d*, *d'*. Wimperschnüre; *h*. das die Anlage des Wassergefässsystems bildende und durch den Porus *g*. nach aussen mündende Divertikel.

Nach den Beobachtungen von A. AGASSIZ [1], welche von METSCHNIKOFF und GREEFF bestätigt sind, treten die Wassergefässe als Divertikel des Magens auf, die sich vom Darmcanal loslösen und zur Peritonealhöhle und allen Theilen des Körpers zwischen Endoderm und Ektoderm werden.[2] Ein Abschnitt dieser Divertikel trennt sich jedoch von den übrigen, mündet durch einen Porus nach aussen

ein echtes Asterid ist, nicht eine Uebergangsform zwischen Asteriden und Ophiuriden, wie man angenommen hatte.

1) A. AGASSIZ, »Embryology of the Starfish.« — Contributions to the natural history of the United States«, vol. V. 1864. Die Arten, deren Entwicklung in dieser wichtigen Abhandlung beschrieben sind, sind *Asteracanthion pallidus* und *A. berylinus*.

2) Wahrscheinlich tragen wie bei den Holothuriden selbständig entwickelte Mesoblastzellen zur Bildung des Mesoderms bei.

und verwandelt sich in die Ambulacralgefässe. Dies Ambulacraldivertikel umwächst aber nicht die Speiseröhre, und es bildet sich daher ein neuer Mund im Mittelpunkte des Wassergefässringes. Der Larvenmund und -Oesophagus gehen zu Grunde, und der grössere Theil des Körpers des Echinopaediums ist getrennt von dem Theil, der das sternförmige Echinoderm enthält. Das Letztere geht aus der Metamorphose des Mesoderms hervor, welche sich um die verschiedenen Abtheilungen des Enterocoels gestaltet und den mittlern Abschnitt des Darmcanales umschliesst.[1])

Die Ophiuriden. — Die Haarsterne unterscheiden sich, obwohl sie in ihrer Form viel Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen Seesternen haben, nicht nur in den Verhältnissen ihres Skeletes, sondern auch in den Eigenschaften ihres Echinopaediums wesentlich von diesen. Die Ambulacren sind auf die orale Körperfläche beschränkt, so dass wie bei den *Asteriden* die ambulacrale und orale und die antambulacrale und aborale Fläche zusammenfallen. Der Mund liegt im Mittelpunkte der oralen Fläche; aber es strahlen keine Furchen von demselben den Ambulacren entlang aus, sondern diese sind von einer Reihe von Platten des Skelets bedeckt. Der Darmcanal ist ein einfacher Magensack ohne Blindsäcke und hat weder Enddarm noch After. Im Gegensatz zu den Seesternen sind die Verlängerungen der Leibeshöhle in die Radien sehr eng.

Die typischen *Ophiuriden* besitzen ein sehr vollständiges Kalkskelet, das am Körper und an der Aussenfläche der Radien die Gestalt von Platten hat. Am Körper ist die Anordnung dieser Platten sehr verschieden, fünf von ihnen aber, welche oft grösser sind als die übrigen, liegen interradial in der Nähe des Mundes und heissen Mundschilder (*scuta buccalia*).

Jeder Radius besitzt eine innere solide Achse, welche sich aus einer Reihe von quadratischen Achsenplatten (Fig. 155, C, *a*) zusammensetzt, deren jede aus zwei durch eine Längsnaht verbundenen und an ihren Enden mit Gelenkflächen versehenen seitlichen Hälften besteht. Jede dieser Platten, welche man auch »Wirbel«

---

1) Greeff (a. a. O.) hat die Entwicklung von *Uraster* (*Asteracanthion*) *rubens* bearbeitet, dessen Larvenform der von Müller beschriebenen *Bipinnaria* und *Brachiolaria* aus Helsingfors gleicht. Bei diesem Seestern scheint Parthenogenesis vorzukommen.

nennt, ist von vier Platten umgeben, einer medialen antambulacralen (*b*), zwei lateralen (*c*) und einer medianen superambulacralen (*d*). Die lateralen Platten können sich sowohl an der ambulacralen wie an der antambulacralen Fläche in der Mittellinie berühren. Zwischen ihnen befinden sich die Löcher, aus denen die Füsschen hervortreten. Die Mundöffnung ist von fünf »Mundwinkeln« umgeben, von denen jeder aus fünf Stücken besteht. Die beiden am Mundende eines Radius liegenden Achsenstücke sind unter einander beweglich verbunden,

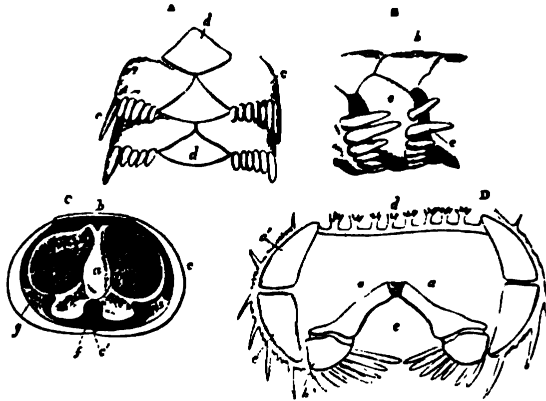


Fig. 155. — A. ventrale, B. seitliche Ansicht eines Armes von *Ophiura texturata* (nach MÜLLER). C. Querschnitt. *a*. Achselplatte oder »Wirbel«; *b*. Antambulacralplatte; *c*. Seitenplatte; *d*. ventrale odor Superambulacralplatte. D. Querschnitt durch einen Arm eines Asteriden, *Astropecten aurantiacus* (nach GAUDRY). *a*. Ambulacralstücke oder »Wirbel«; *b*. Adambulacralstücke; *c*, *c'*. Randstücke; *d*. Papillen der antambulacralen Fläche.

dagegen mit einem interambulacralen Stücke verwachsen. Quere Muskeln verbinden die beiden interambulacralen Stücke, deren orale Enden mit einer langen schmalen Platte, dem *torus angularis* (Fig. 156, *f*) articuliren. Die freie Fläche dieses Torus angularis liegt in der Wand einer Art von Vorhof vor dem Munde. An ihr sind eine Anzahl von kurzen flachen Fortsätzen, die *palae angulares*, eingelenkt und werden durch besondere Muskeln bewegt. Sie versehen ohne Zweifel die Function von Zähnen. Rudimentäre Vertreter des Kalkringes der *Holothuriden* und der Theile der »Laterne« der *Echiniden* existiren als zarte Kalkplatten, welche am Wassergefässring liegen. Letzterer ist gewöhnlich mit blinden Anhängen oder POLIschen Blasen ausgestattet. Der Steincanal endet an der Oberfläche eines der Mundschilder. Die radialen Wassergefässe verlaufen in den Bögen zwischen den Wirbeln und den superambulacralen Platten.

Der Nerv liegt nach aussen vom superambulacralen Gefäss, ist aber auch von der superambulacralen Platte bedeckt. Zwischen dem Nerven und dem Wassergefäss liegt ein Nervencanal. Die Füsschen sind tentakelförmig und besitzen keine Blase an ihrer Basis. Die Geschlechtsdrüsen liegen in der Scheibe und entleeren ihre Erzeugnisse in die Peritonealhöhle, welche durch vertical verlängerte, interradial am Rande der Scheibe gelegene Oeffnungen frei nach aussen mündet.[1]) Nach METSCHNIKOFF ist *Ophiolepis squamata* zwittrig.

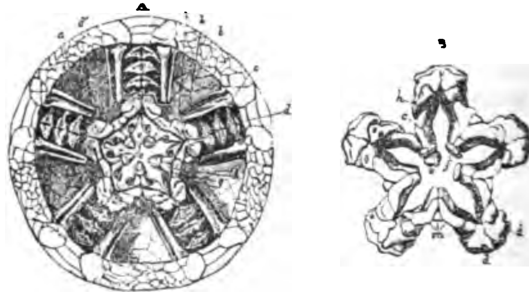


Fig. 156. — A. *Ophiolepis ciliata*, Mundskelet von innen (nach MÜLLER). — *a.* dorsale Randplatten; *b.* ventrale Platten; *d.* Wirbel; *e.* interambulacrale Stücke der Mundwinkel; *f.* torus angularis: *g.* Oeffnungen für die Mundtentakeln; *h.* Lage des Nervenringes; *i.* Eindruck des Wassergefässringes; *k.* Oeffnung in der ersten Ambulacralplatte für den Tentakelast des oralen Gefässes; *o.* palae angulares. B. *Astrophyton*, Mundskelet von innen (nach MÜLLER). — *m.* Peristomialplatten; die übrigen Buchstaben wie bei A.

Die frühesten Embryonalzustände der *Ophiuriden* sind denen der anderen Echinodermen ähnlich und besitzen die charakteristische bilaterale Wimperschnur; bei einigen aber wird der Embryo nicht zum Echinopaedium, sondern geht direct in die fertige Form über. So entdeckte KROHN, dass sich *Ophiolepis ciliata* in der Körperhöhle des Mutterthieres entwickelt und dort mit einer Art Fuss festsitzt. Wo ein Echinopaedium-Stadium vorhanden ist, hat die Larve die Gestalt eines *Pluteus* (Fig. 148, C, C′). An der dorsalen Wand des Embryos befindet sich ein medianer kegelförmiger Auswuchs; längs der Wimperschnur entwickeln sich symmetrisch angeordnete Fortsätze, und diese Auswüchse sind von einem Kalkskelet gestützt, das

1) J. MÜLLER, »Ueber den Bau der Echinodermen.« — Abhandlungen der Berliner Akademie, 1853; TEUSCHER, a. a. O.; SIMROTH, »Anatomie und Schizogonie der *Ophiactis virens*. — Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. XXVII. S. 417. Der letztere Beobachter beschreibt zahlreiche anscheinend blinde Divertikel des Wassergefässringes und des Halses der POLIschen Blasen (*vasa ambulacralia cavi*), welche die Leibeshöhle nach allen Richtungen durchziehen.

gleichfalls bilateral symmetrisch ist. METSCHNIKOFF[1] hat die interessante Beobachtung gemacht, dass bei einem Ophiuriden (wahrscheinlich *Ophiothrix fragilis*) das ganze System der Perivisceral- und Ambulacral-Hohlräume aus zwei Körpern hervorgeht, von denen zu jeder Seite des Oesophagus je einer liegt; dieselben sind solide, doch können sie möglicher Weise ursprünglich als solide Divertikel des Urdarmes entstanden sein. Von diesen Körpern lösen sich zwei Zellenmassen ab, rücken an die Seiten des Magens und verwandeln sich in Scheiben, aus denen die parietalen und visceralen Wände der Peritonealhöhle hervorgehen. Der Rest des soliden Körpers an der linken Seite der Speiseröhre nimmt die Gestalt einer Blase an, mündet durch einen dorsalen Porus nach aussen und umwächst die Speiseröhre, um so den Wassergefässring zu bilden. Der andere solide Körper verschwindet. Der Mund des Echinopaediums wird zu dem des Ophiurids.

Es ist nicht daran zu zweifeln, dass diese soliden Körper auf dieselbe Weise wie bei anderen Echinopädien aus dem Hypoblast ihren Ursprung nehmen, und so entsteht die Frage: in wiefern unterscheidet sich das so gebildete Mesoblast von demjenigen, das durch einfache Wucherung von Zellen des Hypoblasts entsteht, wie beim Haifisch, und in wiefern ist es danach wahrscheinlich, dass ein Schizozoel nur eine Modification eines Enterocoels ist?

Die Echiniden. — Ein gewöhnlicher Seeigel lässt sich mit einer Holothurie vergleichen mit mehr oder minder kugelförmig aufgeblähtem Körper und mit einem Skelet in Form von in meridionalen Reihen angeordneten regelmässigen Platten. Die den Ambulacralgefässen entsprechenden Platten liegen nach aussen von diesen und sind daher von Canälen durchbrochen, welche von den Ambulacralgefässen zu den Füsschen treten.

Bei den *Echiniden*, so z. B. dem gewöhnlichen *Echinus* oder Seeigel, wird das Perisom um den Mund (*Peristom*) gewöhnlich eine Strecke weit durch unregelmässige Mundplatten verstärkt. Ausserdem stehen zehn rundliche Platten paarweise nahe an der Lippe; sie tragen eine entsprechende Anzahl von Füsschen und sind von den Canälen derselben durchbohrt. In ähnlicher Weise ist ein viel

---

1) E. METSCHNIKOFF, »Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen.« — Mémoires de l'Académie de St. Pétersbourg, 1869.

kleinerer Raum um den After (*Periprokt*) durch Analplatten geschützt. Der übrige Körper wird von einer zusammenhängenden als *corona* bezeichneten Wand getragen, welche aus einzelnen, mehr oder minder fünfeckigen, mit ihren Rändern fest verbundenen Platten besteht. Von diesen Platten sind zwanzig Hauptlängsreihen vorhanden, welche die eigentliche Masse der Corona darstellen, und zehn einzelne Platten, welche einen Ring um den aboralen oder apicalen Rand derselben bilden. Die zwanzig Längsreihen von Platten sind in zehn Doppelreihen angeordnet, fünf ambulacralen und fünf interambulacralen, welche mit einander im Umfange der Corona abwechseln. Jede Doppelreihe von Platten besitzt in der Mitte eine Zickzacknaht, welche durch die abwechselnde Anordnung der dreieckigen Enden ihrer Elemente zu Stande kommt (Fig. 159, *i*).

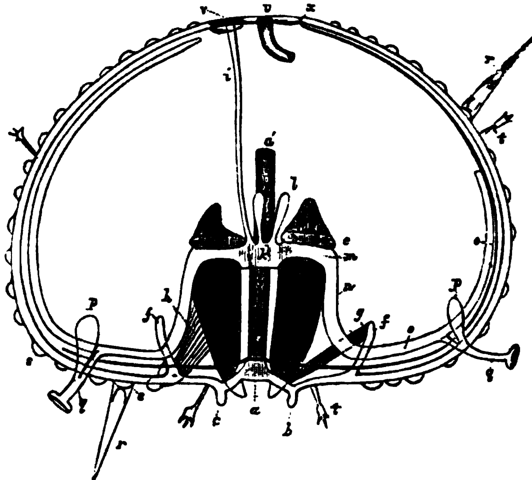


Fig. 157. — Diagramm zur Darstellung der Beziehungen der verschiedenen Organsysteme bei einem *Echinus*. — *a.* Mund; *b.* Zähne; *c.* Lippen; *d.* Alveolen; *e.* Epiphysen; *f.* Aurikeln; *g.* Rückzieher und *h.* Vorzieher der Laterne; *i.* Steincanal; *k.* Wassergefässring; *l.* Polische Blase; *m*, *n*, *o.* Wassergefäss; *p.* Ambulacralblase; *q*, *q.* Füsschen; *r.* Stachel; *s.* Höcker, auf dem derselbe eingelenkt ist; *t.* Pedicellarien; *u.* After; *v.* Madreporenplatte; *x.* Augenfleck.

Die Nähte zwischen den ambulacralen und interambulacralen Plattenreihen (*a*) sind dagegen weniger ausgeprägt und mehr gerade. Jede Ambulacralplatte ist durch eine grössere oder geringere Anzahl von Nähten, welche schräge durch dieselbe hinziehen, in eine entsprechende Zahl von kleineren Plättchen getheilt, und diese heissen, weil sie von den Canälen der Poren durchbohrt werden, durch welche die beiden Gefässe austreten, durch die jedes Füsschen mit

seinen basalen Blasen und mit den Ambulacralblasen zusammenhängt, »Porenplatten«. Auf dem grössern Theil der Länge eines Ambulacrums zerfällt so bei dem gemeinen *Echinus sphaera* (Fig. 158, A) jede Ambulacralplatte in drei Porenplatten mit zusammen sechs Poren oder kurzen Canälen. Die äusseren Oeffnungen dieser Canäle liegen dicht neben einander paarweise auf kleinen ausgehöhlten schildförmigen Erhebungen oder Buckeln (*umbones*), welche sich an der äussern oder interambulacralen Hälfte der Oberfläche der

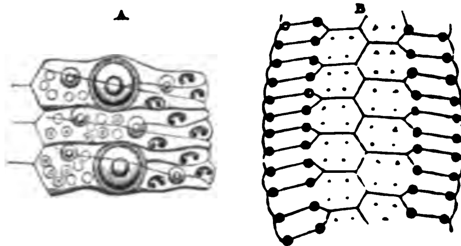


Fig. 158. — A. drei Ambulacralplatten von *Echinus sphaera* mit den Nähten der Porenplatten, aus denen jede Ambulacralplatte zusammengesetzt ist. B. Theil des petaloiden Ambulacrums eines *Clypeastroids*. (Nach MÜLLER.)

Ambulacralplatten befinden; ihre inneren Enden liegen jedoch viel weiter auseinander. Jedem Porenpaare und mithin jedem Füsschen entspricht also eine Porenplatte oder Abtheilung einer Ambulacralplatte. Wie LOVEN[1]) nachgewiesen hat, sind die Porenplatten die primitiven ambulacralen Skeletstücke der *Echinoideen*. An seinem apicalen Ende besteht das Ambulacrum in der That aus nur zwei kleinen Platten, welche sich in der Mittellinie berühren. Jedes dieser primitiven Ambulacralplättchen ist von einem oder zwei Poren für das auf ihm sitzende Füsschen durchbohrt. Indem jedoch im Laufe des Wachsthums der Corona neue primitive Ambulacralplatten zwischen der Augenplatte und den bereits gebildeten auftreten, so rücken die Letzteren gegen das orale Ende des Ambulacrums hin und wachsen entsprechend dem grössern Raum, den sie auszufüllen haben. Allein sie wachsen ungleich, und während alle ihren ursprünglichen Zusammenhang mit den benachbarten Interambulacralplatten beibehalten, verlieren einige ihre mediane Verbindung mit den entsprechenden Platten ihres Ambulacrums, andere dagegen

1) LOVÉN, »Etudes sur les Echinoidées.« — Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar, Bd. II. 1875.

behalten sie bei. Die Ersteren werden dadurch gewissermassen durch die andrängenden Vorgänger und Nachfolger von der Mittellinie weggeschoben. Gruppen so modificirter primitiver Platten treten in nahe Verbindung und bilden die complicirten Ambulacralplatten des ausgebildeten Ambulacrums.

Bei der Gattung *Cidaris* vergrössern sich die primitiven ambulacralen Platten, aber verwachsen nicht zu secundären ambulacralen Platten; daher wird dort der Unterschied zwischen ambulacralen Platten und Porenplatten hinfällig. Die ambulacralen Platten setzen sich auf das Peristom bis an die Ränder des Mundes fort, werden hier in ihrer Form etwas verändert und greifen mit ihren Rändern über einander über.

Bei der lebenden Gattung *Asthenosoma* und bei gewissen ausgestorbenen *Echiniden* (*Lepidocentrus, Echinothuria*) sind die Platten der Corona nur lose verbunden und greifen über einander, während bei den ausgestorbenen *Perischoechiniden* mehr als zwei Reihen von interambulacralen Platten vorhanden sind; die in der Mitte jedes Interambulacrums gelegenen sind sechsseitig.

Bei *Echinus* stossen die apicalen Enden der Ambulacren an die fünf kleineren von den zehn einzelnen, das Periprokt umgebenden Platten an (Fig. 159, *ig*). Jede von diesen ist durchbohrt und trägt einen Augenfleck; daher der Name »Augenplatte«. Die apicalen Enden der Interambulacren entsprechen hingegen den fünf grösseren Platten *g*, welche mit den Augenplatten abwechseln und wie diese durchbohrt sind. Die Oeffnung ist jedoch grösser und dient zum Austritt der Geschlechtsstoffe. Eine von diesen »Genitalplatten« ist grösser als die übrigen und besitzt eine eigenthümliche poröse, convexe Oberfläche; es ist die »Madreporenplatte« (*m*). Diese liegt also interambulacral wie bei den Seesternen.

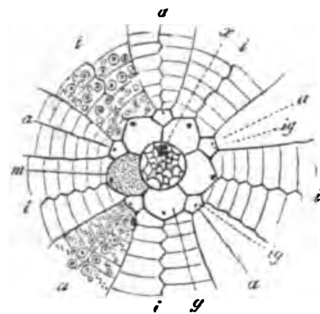


Fig. 159. — Apicalpol der Schale eines *Echinus* mit den oberen Enden der Plattenreihen. *a*. Ambulacralreihen; *i*. Interambulacralreihen; *g*. Genitalplatten; *ig*. Augenplatten; *m*. Madreporenplatte; *x*. Afteröffnung. Die Höcker der Platten sind nur in einer Ambulacral- und einer Interambulacralreihe gezeichnet.

Der Vergleich mit den langgestreckten Echinodermen lehrt, dass die Madreporenplatte im rechten vordern Interradius des Seeigels liegt; danach ist das vordere Ambulacrum dasjenige, welches links von der Madreporenplatte liegt.

wenn Letztere nach vorn gerichtet ist. Da man nun diesen unpaaren vordern Radius unterscheiden kann, so kann man bei allen *Echiniden* die drei vordern Ambulacren als *Trivium* von den beiden hinteren, dem *Bivium* unterscheiden, und bei der fossilen Gattung *Dysaster* besteht diese Trennung der Ambulacren in Trivium und Bivium naturgemäss. JOH. MÜLLER hat nachgewiesen, dass bei allen abgeplatteten Echiniden mit einer besondern ambulatorischen Oberfläche diese aus den Ambulacren und Interambulacren des Biviums gebildet wird, während bei den ähnlich modificirten *Holothuriden* das Thier auf dem Trivium kriecht.

Innerhalb des von den Genital- und Augenplatten gebildeten Kreises besitzt das Periprokt eine verschieden grosse Anzahl von Verkalkungen, von denen eine, »die Analplatte«, grösser ist als die übrigen. Der After liegt excentrisch, zwischen dieser Platte und dem hintern Rande des Periprokts.

Mit Ausnahme gewisser paläozoischer Formen (*Palaechinus*) ist die Zusammensetzung des Skelets der Echiniden im Wesentlichen die gleiche wie die eben beschriebene; allein die Form des Körpers und das Lageverhältniss der After- und Mundöffnung kann sehr verschieden sein. Bei den *Echinoiden* (*Cidaris*, *Echinus*) ist der Körper kuglig, und After- und Mundöffnung liegen einander gegenüber und central oder doch nahezu. Bei den *Clypeastriden* (*Clypeaster*, *Echinocyamus*) wechselt die Form von einer kugligen bis zu einer äusserst abgeplatteten und selbst gelappten Gestalt. Der Mund bleibt central, aber die Lage des Afters schwankt; bald liegt er an der apicalen Fläche, bald am Rande, bald gar an der oralen Fläche, wie bei *Echinocyamus*. Bei der letzten Abtheilung der *Echiniden*, den *Spatangiden* (*Spatangus*, *Amphidotus*, *Ananchytes*) ist die Form gewöhnlich ein etwas deprimirtes Oval und sowohl die After- als die Mundöffnung liegen excentrisch. Die Madreporenplatte dagegen sowie die Genital- und Augenplatten bleiben bei allen *Echiniden* im Mittelpunkte der aboralen Fläche.

Die Ambulacren bieten bei diesen drei Abtheilungen der *Echiniden* wichtige Verschiedenheiten dar. Bei den *Echinoiden* sind sie *homogen*: sie besitzen die gleiche Zusammensetzung vom oralen bis nahe an ihr apicales Ende und haben überall ähnliche Poren und Füsschen. Ferner sind die Ambulacren am breitesten in der Mitte und verjüngen sich allmählich nach beiden Enden (*Echinus*) oder sind von fast gleicher Stärke von einem Ende bis zum andern (*Cidaris*).

Bei vielen *Clypeastriden* hingegen sind die oralen und die apicalen Abschnitte jedes Ambulacrums sehr verschieden, *heterogen*. Die apicale Hälfte ist gewöhnlich in der Mitte sehr breit und verjüngt sich nach dem Rande hin, wo sie sich mit dem oralen Abschnitte vereinigt, zu einem Punkte. Daher das Aussehen von fünf vom Apex divergirenden Blumenblättern. Solche Ambulacren heissen *petaloid* (Fig. 158, B). Im oralen Abschnitte der Ambulacren sind dagegen die Poren entweder weit über die Ambulacral- und manchmal auch über die Interambulacralplatten zerstreut und bilden »Porenflächen«, oder sie sind in Bändern angeordnet, welche sich sowohl über die Interambulacral- wie über die Ambulacralplatten verzweigen und die von Müller so bezeichneten »Porenbänder« bilden. Bei den *Spatangoiden* (Fig. 161) bieten die Ambulacren gewöhnlich denselben heterogenen Charakter dar; allein die oralen Abschnitte sind nicht bandförmig angeordnet, und nicht selten verkümmert das vordere Ambulacrum mehr oder minder, so dass nur vier Blätter an der apicalen Fläche sichtbar sind statt fünf.

Das Wachsthum der Schale der *Echiniden* geschieht auf zweierlei Weise, theils durch Anwachsen am Umfange der bestehenden Platten, theils durch Einschaltung neuer Ambulacral- und Interambulacralplatten am apicalen Ende jeder Reihe zwischen diesem und der Augen-, beziehungsweise Genitalplatte. Am oralen Ende der Corona treten niemals neue Platten auf.

Die Oberfläche der Platten der Corona ist bei den *Echiniden* mit kleinen rundlichen Höckern oder Tuberkeln bedeckt, an denen die für die Gruppe so charakteristischen Stacheln eingelenkt sind. Der Höcker kann entweder einfach sein oder eine centrale Grube besitzen, zwischen der und einer entsprechenden Grube am Kopfe des Stachels sich ein Band ausspannt. Ferner verbindet eine aus Muskelfasern gebildete Kapsel den Hals des Stachels mit der Basis des Höckers und besorgt die verschiedenen Bewegungen, deren das Organ fähig ist. Die Stacheln der *Echiniden* schwanken in Form und Grösse sehr, von dem dicht stehenden sammetartigen Haar von *Scutella* oder den zarten löffelartigen Klingen von *Amphidotus* bis zu den langen spitzigen Lanzen von *Echinus* und den grossen Keulen von *Cidaris*. Selbst an einem Echinoderm können die Stacheln, wie bei den zwei letzteren Gattungen, ein sehr verschiedenes Aussehen haben, und es wird nöthig, jene grossen, welche eine zusammenhängende Reihe von einem Ende des Ambulacrums oder Inter-

ambulacrums zum andern bilden, als primäre Stacheln von den anderen weniger vollständigen secundären und tertiären Reihen zu unterscheiden.

Lovén[1] hat die Aufmerksamkeit auf die Existenz von gewissen winzigen kugligen Körpern von selten mehr als 1/4 Millimeter Grösse gelenkt, welche er *Sphaeridien* nennt, und welche bei allen *Echiniden* mit Ausnahme von *Cidaris* vorkommen. Sie stehen auf den Ambulacralplatten, besonders auf den dem Munde zunächst gelegenen. Jeder enthält ein mehr oder minder dichtes, glasiges Kalkskelet, das auf einem entsprechenden Höckerchen eingelenkt ist, als wäre es ein Miniaturstachel. Bei einigen Gattungen sind diese *Sphaeridien*, welche Lovén für Sinnes- (wahrscheinlich Geruchs-) Organe hält, in Gruben der Platten, an denen sie sitzen, eingesenkt.

Zwischen ihren Stacheln zerstreut besitzen die *Echiniden Pedicellarien* (Fig. 160), welche gewöhnlich mit langen dünnen Stielen versehen sind und mit ovalen, in drei kieferartige Fortsätze ausgehenden Köpfchen enden. Die Fortsätze sind durch Kalkstäbe verstärkt, welche mit einem im Basaltheile des Köpfchens liegenden Knöchel articuliren, und im Stiele entwickelt sich gewöhnlich ein Kalkstab.

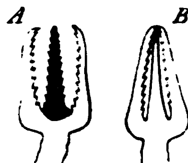


Fig. 160. — Pedicellarien von *Echinus saxatilis*. — A. eine Pedicellarie mit offnen, B. mit geschlossenen Zangenarmen. (Nach Erdl.)

Bei den *Spatangoiden* besitzt das Skelet, wenn es gereinigt ist, an seiner Oberfläche in vielen Fällen (*Amphidotus*, *Brissus*, *Spatangus*) ein oder mehrere symmetrische Bänder von dicht stehenden kleinen Höckerchen (Fig. 161, *e*, *f*, *g*). Während des Lebens sitzen auf diesen Höckerchen dünne Stacheln, deren Kalkskelet von einer dicken Integumenthülle umschlossen ist, das sich an der Spitze plötzlich verdickt (Fig. 161, D); lange, dicht stehende Wimpern bedecken den Schaft des Stachels, während an der Endverbreiterung desselben nichts der Art vorhanden ist. Diese Bänder von eigenthümlich umgestalteten Stacheln heissen *Semiten* oder *Fasciolen*. Semiten liegen bei einigen Gattungen unter dem After und um denselben herum und heissen dann subanale und circumanale: andere umgeben die äusseren Enden der petaloiden Ambulacren und heissen peripetale oder, wenn die inneren Enden die Ambulacren umsäumen, intrapetale (*Amphidotus*, Fig. 161, A, B).

1) Lovén, »Etudes sur les Echinoidées«, 1875.

Wenden wir uns nun zum Innern der Echinidenschale, so finden wir bei den *Echinoiden* die Ambulacral- oder manchmal (*Cidaris*) die Interambulacralplatten des oralen Randes der Corona in fünf senkrechte, durchbrochene Fortsätze ausgezogen, welche sich über

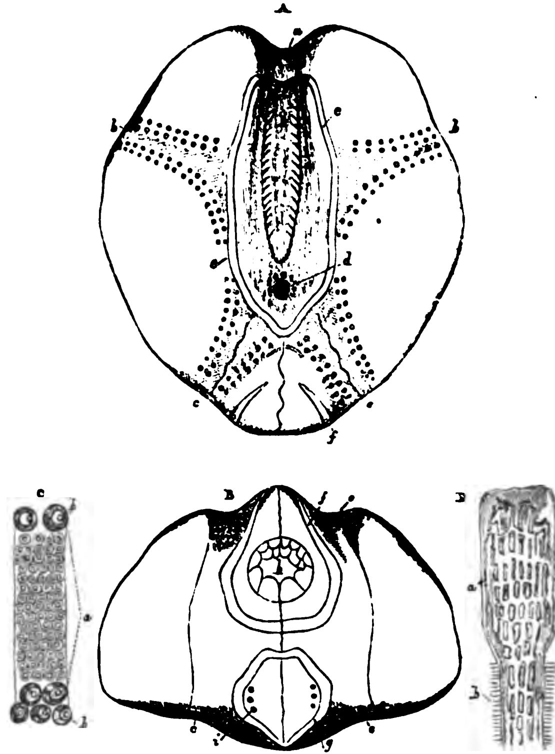


Fig. 161. — *Amphidotus cordatus.* — A. Ansicht von oben. B. von hinten. *a*, *bb*. Trivium; *cc*. Bivium; *d*. Madreporenplatte, umgeben von den Geschlechtsöffnungen; *e*. intrapetale Semite; *f*. circumanale Semite; *g*. subanale Semite; *h*. After; *i*. intrasemitale Poren der Ambulacra des Biviums. C. Semite vergrössert. *a*. Semitalhöcker; *b*. gewöhnlicher Höcker. D. Semitalstachel. *a*. verbreiterter, nicht wimpernder Endabschnitt; *b*. wimpernder Stiel.

die Ambulacren hinüber wölben und *Auriculae* heissen. Ausserdem entwickeln sich bei *Cidaris* von den Ambulacralplatten Fortsätze, welche eine Art Wand zu beiden Seiten des Ambulacralcanales bilden, aber sich nicht über denselben hinüberwölben. Bei *Clypeaster* bilden ähnliche Fortsätze vollständige Bögen. Bei dem abgeplatteten Clypeastroiden *Scutella* sind die orale und apicale Wand der Corona durch Kalkbalken mit einander verbunden, so dass die Körperhöhle

auf einen sehr kleinen Raum beschränkt ist. Die *Spatangoiden* besitzen weder Aurikeln noch andere innere Fortsätze.

Bei den *Echiniden* ist gewöhnlich ein gesonderter Oesophagus vorhanden, aber ausser einem in einigen Fällen existirenden blinden Divertikel findet sich keine weitere Differenzirung des Darmcanales, der spiralig an der Wand der Corona aufgerollt und an dieser durch ein Mesenterium befestigt ist.

Bei den *Echiniden* erreicht das Mundskelet seine höchste Entwicklung in der sogenannten »Laterne des Aristoteles« der Seeigel (Fig. 162, B, C, D). Dieser Apparat setzt sich zusammen aus fünf hohlen, keilförmigen Kalkstücken, den *Alveolen* (Fig. 162, B, *a*), deren jedes aus zwei in der Mittellinie verbundenen Hälften besteht, während jede

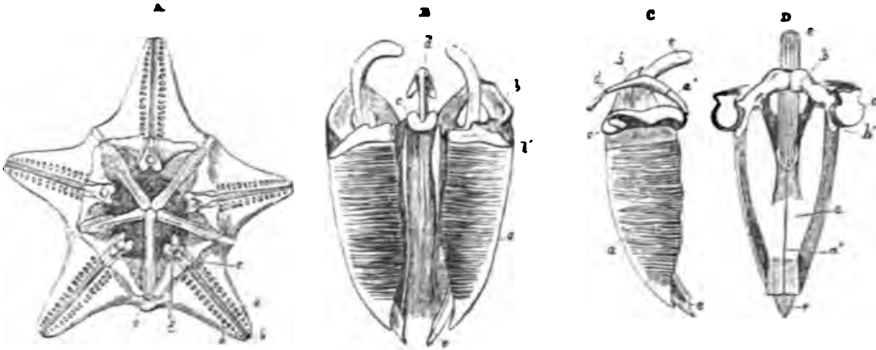


Fig. 162. — A. Zahnapparat eines Clypeastrids (nach MÜLLER). — *a*. Alveolus; *d*. Rotula; *e*. Zahn. B, C. D. Zahnapparat (Laterne des Aristoteles) von *Echinus sphaera*. B. zwei der fünf Haupttheile der Laterne, von der Seite gesehen. C. Seitenansicht und D. Rückenansicht eines Theiles. *a*. Hauptstücke des Alveolus; *a'* Naht gegen den benachbarten; *c*. Rotula; *d*. Radius oder Zirkel; *e*. Zahn.

Hälfte wieder eine obere Epiphyse und einen untern Hauptabschnitt besitzt. Jeder Alveolus dient als Zelle für einen langen Zahn (*e*), der etwa wie ein Schneidezahn eines Nagethieres gestaltet und aussen härter ist als innen, so dass sich bei der Abnutzung immer eine scharfe Schneide bildet. Der Zahn wächst beständig von seinem obern Ende aus. Die fünf Alveolen stellen, wenn sie zusammengelegt sind, einen Kegel dar, dessen anliegende Flächen durch starke quere Muskelfasern verbunden sind, während oben die Epiphysen jedes Alveolenpaares durch lange radiale Stücke, welche mit ihren Rändern articuliren, die *Rotulae* (*c*), verbunden sind. Am innern Ende jeder Rotula ist endlich ein dünner gebogener Stab ein-

gelenkt, mit Andeutungen einer Theilung in der Mitte seiner Länge, der sich parallel mit der Rotula nach aussen wendet und mit einem freien gegabelten Ende ausgeht. Dies ist der *Radius* (*d*).

Die Laterne besteht also im Ganzen aus zwanzig Hauptstücken, fünf Zähnen, fünf Alveolen, fünf Rotulen und fünf Radien; davon zerfallen die Alveolen wieder in je vier und die Radien in je zwei Stücke: macht im Ganzen vierzig Stücke. In ihrer normalen Stellung sind die Alveolen und Zähne interambulacral, die Radien und Rotulen aber ambulacral. Ausser den bereits beschriebenen interalveolaren Muskeln besitzt dieser complicirte Apparat Vorziehmuskeln, welche von der interambulacralen Region des oralen Randes der Corona entspringen und sich an den obern Theil der Alveolen ansetzen, dünne schräge Muskeln mit ähnlichem Ursprunge, welche sich aber an die Radien ansetzen, Quermuskeln, welche die Radien unter einander verbinden, und Rückziehmuskeln, welche von den Bögen der Aurikeln entspringen und sich an das orale Ende der Alveolen setzen.

Ein ähnliches, aber weniger complicirtes Mundskelet besteht bei den meisten *Clypeastroiden* (Fig. 162, A); bei den *Spatangoiden* aber hat man noch nichts der Art gefunden.

Bei den *Echiniden* liegt der Wassergefässring zwischen dem Oesophagus und den Alveolen und besitzt gewöhnlich fünf mit Aussackungen versehene Polische Blasen. Es ist ein einziger, bei *Echinus* häutiger, bei *Cidaris* kalkiger Steincanal vorhanden, der fast in der Achse des Körpers vom Ringgefäss zur Madreporenplatte verläuft. Fünf Radialgefässe laufen in der Mitte der Innenfläche der Ambulacralplatten hin, welche sie erreichen, indem sie vom Ringcanal auswärts, unter den Rotulen hindurch, wo solche vorhanden sind, dann abwärts, nach aussen von den interalveolaren Muskeln, und endlich auswärts durch die Bögen der Aurikeln treten. Sie geben an beiden Seiten Aeste an die Füsschen ab, die an ihrer Basis in weite Ambulacralblasen münden. Der Wassergefässring der *Spatangoiden* besitzt keine Polischen Blasen und keine blasenförmigen Anhänge; bei den *Clypeastroiden* dagegen sind viele blasenförmige Anhänge, aber keine Polischen Blasen vorhanden. Bei den meisten *Echinoiden* verbreitern sich die Füsschen an ihren Enden zu Saugscheiben und sind hier durch eine oder mehrere Kalkplatten verstärkt; bei *Echinocidaris* und bei einigen anderen *Echinoiden* aber sind nur die Füsschen des oralen Abschnittes der Ambulacren

so gebildet, während diejenigen des apicalen Abschnittes kammförmig, abgeplattet und kiemenartig sind. In den heterogenen Ambulacren der *Clypeastroiden* und *Spatangoiden* wechselt die Form der Füsschen sehr. So unterscheidet Joh. Müller bei den *Spatangoiden* vier Arten von Füsschen — einfache, locomotorische Füsschen ohne Saugscheibe, locomotorische Füsschen mit Saugscheiben und einem Skelet; Tastfüsschen mit papillösen verbreiterten Enden und kiemenartige Füsschen, dreieckige, abgeplattete, mehr oder minder kammförmige Lamellen. Zwei oder drei von diesen Füsschensorten können in einem und demselben Ambulacrum vorkommen; die innerhalb einer Semite liegenden sind immer anders als die übrigen.

Bei den *Clypeastroiden* besitzen die petaloiden Abschnitte der Ambulacren Kiemenfüsschen, untermengt mit zarten locomotorischen Füsschen, die mit einem Kalkskelet und einer Saugscheibe versehen sind. Nur die letztere Art erstreckt sich auf den oralen Abschnitt der Ambulacren.

Der Nervenring von *Echinus* umgiebt den Oesophagus in der Nähe des Mundes. Er hat eine fünfeckige Gestalt und ist von den Alveolen eingeschlossen, zwischen denen die Ambulacralnerven über dem Peristom und durch die Bogen der Aurikeln hindurch zu den Ambulacren treten. Jeder Ambulacralnerv ist von einem Nervencanale begleitet, der jedoch den Nerven umschliesst, nicht bloss an der Innenseite desselben liegt.

Die einzigen Sinnesorgane der Echiniden, die man kennt, sind die pigmentirten »Augenflecken«, welche sich in Zusammenhang mit den Enden der Ambulacralnerven entwickeln.

Der Peritonealraum ist von einer Körperchen enthaltenden Flüssigkeit erfüllt, welche durch Wimpern an den Wänden und an den Eingeweiden in beständiger Bewegung erhalten wird. Die Durchlüftung dieser Flüssigkeit scheint bei allen *Echinoiden* mit Ausnahme von *Cidaris* durch fünf Paare von besonderen Kiemenbüscheln, die sich aus dem Peristom entwickeln, besorgt zu werden, während bei den *Clypeastriden* und *Spatangoiden*, welche die modificirten, gewöhnlich als Ambulacralkiemen bezeichneten Füsschen besitzen, keine solchen Organe vorhanden sind.

Bei den *Echiniden* soll ein Pseudhämalgefässring, von dem Aeste zu den Geschlechtsorganen abgehen, den After umgeben. Der Darmcanal wird von zwei Gefässen begleitet, einem an der Seite des Mesenteriums (dorsal), und einen an der freien Seite (ventral),

welche mit einem lacunären Netzwerk in der Wand des Darmes in Zusammenhang stehen. Ferner ist ein spindelförmiger, dem Steincanale parallel laufender und unten in einem nahe am Wassergefässring um den Oesophagus liegenden Ringgefäss endigender Körper als »Herz« beschrieben.

Die Geschlechtsorgane sind lappige Drüsen, welche in der Brunstzeit eine bedeutende Grösse erlangen und durch Poren an den Genitalplatten, durch welche ihre Producte austreten, münden. Hofmann hat die Peritonealflüssigkeit der Männchen voll Spermatozoen gefunden.

Bei den *Echiniden* ist das Echinopaedium wie bei den *Ophiuriden* ein *Pluteus* und besitzt ein Skelet aus Kalkstäben, welche die Fortsätze stützen, in die der Körper in der Gegend der Wimperschnüre und an anderen Stellen ausgeht.

Der Ursprung des Wassergefässsystems, ehe es die Gestalt eines Blindsackes mit einem dorsalen Porus hat, ist noch nicht verfolgt. Das blinde Ende dieses Sackes liegt an der linken Seite des Darmcanales und hängt mit einem scheibenförmigen Körper zusammen, der an der linken Seite des Magens liegt; ein ähnlicher Körper erscheint an der rechten Seite. Ohne Zweifel entsprechen diese scheibenförmigen Körper den Peritonealdivertikeln des Darmcanales bei den Echinopaedien andrer Echinodermen.

Das blinde Ende des Schlauches erweitert sich und erzeugt eine Rosette, von der die Ambulacralgefässe ausgehen; eine Einsenkung des Integuments der Larve, den sogenannten *Umbo* bildend, erstreckt sich ihm entgegen. Am Grunde des Umbo bricht ein neuer Mund mitten durch die Rosette hindurch in die Magenhöhle der Larve, und der ursprüngliche Oesophagus verstreicht. Das Larvenskelet wird resorbirt, die übrigen Theile des Echinopaediums aber gehen in das Echinoderm über.

Lovén hat in neuerer Zeit auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dass bei jungen Echiniden die Platten der Apicalregion nicht nur im Verhältniss zur Corona mehr hervortreten, sondern sich auch in ihrer Anordnung etwas von denen des ausgebildeten Thieres unterscheiden. So fehlt anfangs der After, und die Analplatte, welche die Mitte der Apicalregion einnimmt, ist verhältnissmässig gross; sie ist mit ihren Rändern mit den fünf, bei den jungen Thieren noch undurchbohrten Platten verbunden, welche später zu den Genitalplatten werden. Die fünf Augenplatten sind gleichfalls noch nicht

durchbohrt und in einem Kreise ausserhalb des Genitalplattenkreises angeordnet; die Zwischenräume nehmen Interambulacralplatten ein. Die Apicalregion eines Echinids hat also, wie Lovén bemerkt, eine höchst auffallende Aehnlichkeit mit dem Kelche eines Crinoids: die Analplatte entspricht den *Basalia*, die Genitalplatten den *Parabasalia* und die Augenplatten den ersten *Radialia*.

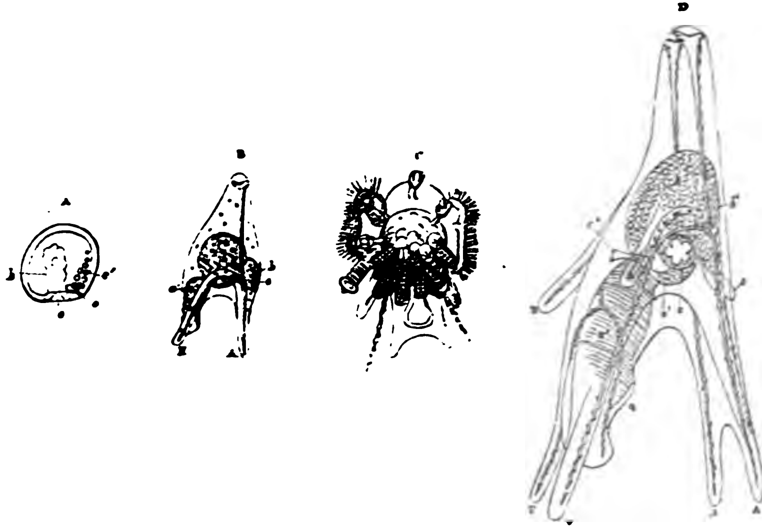


Fig. 163. — Entwicklung eines Echinids (nach Müller). — A. Echinopaedium von *Echinus pulchellus* im Gastrulastadium. B. vollkommen entwickeltes Echinopaedium (*Pluteus*) derselben Art. *a*. Mund; *b*. Magen und Enddarm; *c*. After; *A*. *F*. Fortsätze des Körpers, in welche sich Verlängerungen des innern Skelets hinein erstrecken. C. Echinopädium eines Echinids, in dem das Echinoderm so weit vorgeschritten ist, dass die Stacheln, Füsschen und Pedicellarien sichtbar sind. D. Echinopaedium von *Echinus lividus*. *a*. Mund; *a'*. Speiseröhre; *b*. Magen; *b'*. Enddarm; *c*. Anlage des Echinoderms; *c'*. Ambulacralsack; *c''*. äussere Mündung seines Ganges; *A*. *A*. *F*. *F*. *B*. Fortsätze des Körpers.

Die Crinoiden. — Diese merkwürdige Gruppe, welche in früheren Perioden der Erdgeschichte sehr reich entwickelt war, ist heutigen Tages nur durch die Gattungen *Antedon* (*Comatula*), *Actinometra*, *Comaster*, *Pentacrinus*, *Rhizocrinus* und *Holopus* vertreten. Die ersten drei Gattungen sind freier Ortsveränderung fähig, die beiden folgenden aber sitzen mittels eines langen gegliederten Stieles an submarinen Gegenständen fest. *Holopus*, der nur sehr unvollkommen bekannt ist, scheint mit einer kurzen, dicken, ungegliederten Verlängerung seiner Basis festzusitzen.

Rhizocrinus lofotensis (Fig. 164), der sehr sorgfältig und ein-

gehend von SARS[1]) beschrieben ist, ist ein Thierchen, das nur sieben Centimeter lang wird und in grossen Tiefen (100 bis 300 Faden und mehr) im Meere lebt. Es besteht aus einem verhältnissmässig langen, vielgliedrigen Stiele; von einer Anzahl der Gelenke desselben gehen verästelte wurzelartige Fäden oder *Cirren* aus. An der Spitze des Stieles sitzt ein kelchförmiger Körper, der *calyx*, von dessen Rändern fünf bis sieben Arme (*brachia*) ausstrahlen. An jedem Arme befindet sich eine Doppelreihe von abwechselnd gestellten *Pinnulae*. Der Mund liegt im Mittelpunkt desjenigen Theiles des Perisoms, welcher die dem Stiele gegenüberliegende Fläche des Kelches bildet. Die Mundöffnung ist kreisförmig; aber fünf (oder manchmal

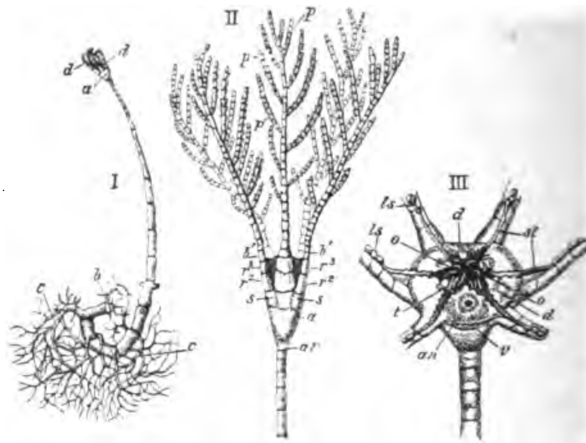


Fig. 164. — *Rhizocrinus lofotensis.* (Nach SARS.)
I. Das ganze Thier, *a.* verbreitertes oberstes Glied des Stieles; *b.* Larvenglieder des Stieles; *c.* Cirren; *d.* Arme.
II. Kelch und Arme sammt dem Oberende des Stieles eines *Rhizocrinus* mit fünf wohlentwickelten Armen; *a.* wie oben; *s.* erste Radialien; r^2. r^3. zweite und dritte Radialien; *b'*. erste Brachialien; *p. p.* Pinnulae.
III. Obertheil des Stieles und orale Kelchfläche in schräger Ansicht; *v.* unterer Theil der Eingeweidemasse; *s. t.* Tentakelrinnen; *o.* Mundklappen; *t.* Mundtentakel; *an.* After.

nur vier) dreieckige Lappen des Perisoms mit abgerundetem freien Ende ragen über dieselbe hinüber und schliessen sie, wenn sie sich zusammenlegen, wie ebensoviele Klappen. Von den Zwischenräumen zwischen den »Mundklappen« ziehen fünf (selten vier) Furchen über die orale Fläche des Kelches und die ganzen Arme entlang, wo

1) G. O. SARS, »Mémoires pour servir à la connaissance des Crinoïdes vivants«, 1868.

sie Aeste auf die Pinnulae abgeben. Die orale Fläche jedes Armes und jeder Pinnula ist also mit einer tiefen Rinne versehen.

Zwischen der kreisförmigen Lippe und den Mundklappen steht eine einzelne Reihe weicher, biegsamer, tentakelförmiger Füsschen. Jeder Klappe entsprechen zwei Paare von Füsschen, indem gegenüber dem Basiswinkel einer Klappe je ein Paar entspringt. Diese Füsschen sind hohl; ihre Oberfläche ist mit Papillen besetzt, und das äussere oder radiale Füsschen jedes Paares ist sehr contractil. Füsschen von wesentlich dem gleichen Charakter stehen längs der ganzen Arm- und Pinnularrinnen.

Der After liegt an der Spitze eines kegelförmigen Vorsprunges zwischen zwei Rinnen der oralen Kelchfläche, also *interradial* (Fig. 164, III, *an*).

Das Skelet besteht aus sehr zahlreichen Stücken, die durch Verkalkung des Perisoms entstehen. Im Stiele haben sie die Gestalt von länglichen, subcylindrischen oder uhrglasförmigen Gliedern (*articuli*), deren gegenüberliegende Flächen durch starke elastische Bandmassen verbunden sind. Durch die Mitte jedes Gliedes zieht der Länge nach ein »Achsencanal«, der sich durch die ganze Länge des Stieles erstreckt, und von einer weichen, aber soliden Masse erfüllt ist. Das distale Glied des Stieles ist nicht direct an der Grundlage, auf der das Crinoid sitzt, befestigt, sondern hängt mit ihr durch die von ihm ausgehenden verästelten *Cirren* zusammen. Jeder Cirrus hat ein aus Gliedern zusammengesetztes Skelet; die Glieder sind ähnlich wie diejenigen des Stieles und von einer Verlängerung des Achsencanales durchzogen. Aehnliche Cirren entwickeln sich an einer grössern oder geringern Anzahl von Gliedern des distalen Abschnittes des Stieles.

Die proximalen Glieder werden allmählich im Verhältniss zu ihrer Dicke immer kürzer, bis sie schliesslich scheibenförmig werden. An dem dem Kelche zunächst gelegenen Ende des Stieles scheinen beständig neue Glieder sich zu bilden.

Die Spitze des Stieles oder die Basis des Kelches wird von einem verbreiterten, soliden, birnförmigen Skeletstücke gebildet, das wahrscheinlich durch Verwachsung mehrerer Stielglieder entsteht. Darauf folgen fünf Stücke (erste *Radialia*), welche innig mit einander und einem centralen Stücke verbunden sind, das wahrscheinlich die *Basalia* andrer Crinoiden vertritt. Das erste Radiale entspricht in seiner Richtung dem Ursprunge eines Armes, und es

folgt darauf ein zweites und ein drittes Radiale. Am dritten Radiale ist das erste der *Brachialien* eingelenkt, welche das die unverästelten Arme tragende Skelet bilden. Auch in den Pinnulae liegt eine Reihe von länglichen, verkalkten Gliedern; das Grundglied ist an einem Brachiale eingelenkt, und das distale Glied ist spitzig.

Der Achsencanal erweitert sich in dem oben erwähnten birnförmigen Skeletstücke, und von der Erweiterung gehen Aeste ab, welche die Radialien und das Skelet der Pinnulae durchziehen. In jeder Mundklappe befindet sich eine Kalkplatte, und durch das ganze Perisom der oralen Fläche der Scheibe sind netzförmige Verkalkungen zerstreut.

Längs den Seiten der Radialrinnen sind zwei Reihen von ovalen Kalkplatten angebracht — die »Saumplättchen« — welche quer zur Rinne gestellt sind und zwar so, dass sie in den beiden Reihen mit einander abwechseln. Dieselben können gehoben und gesenkt werden; im letztern Falle decken sie einander dachziegelartig.

Bei *Pentacrinus* ist der lange Stiel mit seinem distalen Ende befestigt, und von den fünfseitigen Gliedern seines Skelets gehen in Abständen Wirtel von unverästelten Cirren aus. Ein gesondertes Basalstück ist nicht bekannt, sondern der Kelch scheint mit den fünf ersten Radialien zu beginnen. Beim dritten Radiale gabelt sich die Reihe in zwei Reihen von Brachialien, und diese theilen sich abermals zur Bildung der *Palmarien*, welche in den freien Armen liegen. Längs den Seiten der Tentakelrinnen sind Saumplättchen vorhanden, und den Boden jeder Rinne nimmt eine Längsreihe von Kalkstücken ein. Der After liegt auf einem erhabenen interradialen Kegel.

Der Körper einer ausgebildeten *Comatula* (*Antedon*) entspricht dem Kelche sammt den Armen andrer Crinoiden.

Den Mittelpunkt des Skelets bildet ein grosses *centrodorsales* Stück (Fig. 165, *CD*), an dessen aboraler Fläche zahlreiche Cirren (*Ci*) eingelenkt sind, mit denen der *Antedon* gewöhnlich die Körper, an denen er hängt, umklammert, doch ist er auch im Stande, frei zu schwimmen. Dieses centrodorsale Skeletstück scheint das Homologon des obersten Theiles des *Pentacrinus*-Stieles zu sein. Es sind fünf divergirende Reihen von Radialien vorhanden, jede aus drei Stücken (*RI*—*RIII*) bestehend. Die ersten Radialien oder die der centrodorsalen Platte zunächst gelegenen hängen innig mit einander und mit der centrodorsalen Platte zusammen und sind an der Aussen-

fläche des Kelches nicht sichtbar. Den Raum zwischen den Spitzen der fünf ersten Radialien nimmt eine einzige Platte, die *Rosette*[1]) (*Ro*) ein, welche durch Verwachsung der fünf bei der Larve vorhandenen Basalien entsteht.

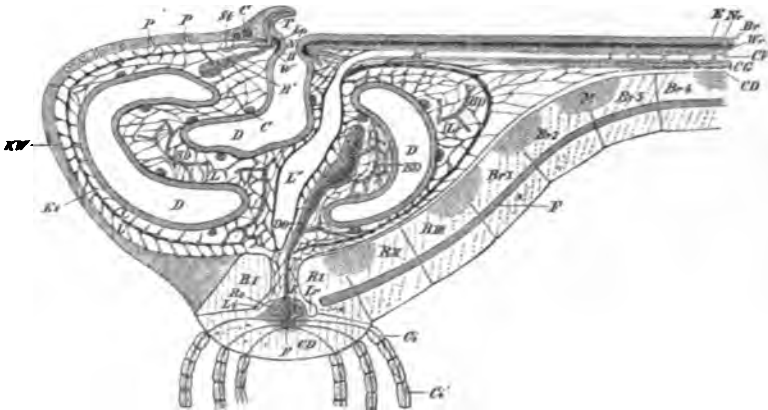


Fig. 165. — Verticaler Axialschnitt durch die Scheibe von *Antedon rosaceus*, schematisch. Die rechte Hälfte des Schnittes liegt radial und geht durch die Ansatzstelle des Armes; die linke Hälfte liegt interradial. — *Ro.* Rosette; *Br.* 1, *Br.* 2, *Br.* 3, *Br.* 4, erstes bis viertes Brachiale; *M.* Muskeln der Kalkglieder; *Ci.* Cirrus; *Ci'.* Faserstrang des Cirrus. *K.* Kammer des centrodorsalen Organs; *Lr.* radiale, *Li.* interradiale Fortsetzung der Leibeshöhle; *DO.* centrodorsales Organ; *BC*, *CD.* Blutgefässe; *L*, *L'*, *L''*, Leibeshöhle; *D.* Darm; *Es.* Eingeweidesack mit Kalkkörpern; *C.* kuglige Drüsen; *P.* Kelchporen; *KW.* Körperwand; *Lp.* Kreislippe des Mundes; *B'.* am Blutgefässring hängende Aussackungen; *St.* Steinkanal; *E.* Epithel der Armrinne; *Nr.* Radialnerv; *Br.* radiales Blutgefäss; *Wr.* »Tentakelcanal« oder radiales Wassergefäss; *CF.* Subtentakelcanal oder ventrale Fortsetzung der Leibeshöhle; *CG.* Genitalstrang. (Nach H. Ludwig.)

Die Anatomie der Weichtheile der *Crinoiden* ist am Eingehendsten bei der Gattung *Comatula* untersucht.[2])

Der Mund führt durch eine kurze, weite Speiseröhre in einen geräumigen Darmcanal, welcher derart aufgerollt ist, dass er etwa

---

1) Carpenter, »On the structure, physiology and development of *Comatula*.« — Philosophical Transactions, 1866.

2) E. Perrier, »Recherches sur l'anatomie de la *Comatula rosacea*.« — Archives de Zoologie expérimentale, 1873; C. Semper, »Kurze anatomische Bemerkungen über *Comatula*.« — Arbeiten aus dem Würzburger zool. zoot. Institut, Bd. II; H. Ludwig, »Beiträge zur Anatomie der Crinoideen.« (»Morphologische Studien an Echinodermen.« I.) — Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. XXVIII; Carpenter, »On the structure, physiology and development of *Antedon*.« — Proceedings of the Royal Society, London, 1876; R. Greeff, »Ueber den Bau der Crinoideen.« — Marburger Sitzungsberichte, 1876; P. H. Carpenter, »Remarks on the anatomy of the arms of the Crinoids.« — Journal of Anatomy and Physiology, 1876.

anderthalb Windungen um die Körperachse bildet; dann endigt er in dem vorspringenden Rectalkegel, der, wie wir bereits gesehen haben, interradial an der oralen Fläche des Kelches liegt. Den centralen, von den Darmwindungen umschlossenen Raum nimmt eine Art Kern von Bindegewebe ein, der den Namen »Spindel« (*columella*) erhalten hat, aber doch kein besonderes Gebilde ist. Stränge von Bindegewebe verbinden die äussere Peripherie des Darmcanales mit dem Perisom.

Die fünf dreieckigen Lappen des Perisoms, welche den Mund, wie ebenso viele Klappen umgeben, enthalten beim ausgebildeten *Antedon* kein Kalkskelet. Innerhalb dieser Lappen, an der Mundhaut, steht ein Kranz von Tentakeln (*T*). Vom Zwischenraum zwischen je zwei Mundklappen strahlt eine Rinne über die Fläche des Kelchperisoms aus und gabelt sich rasch. An die orale Fläche jedes Armes geht ein Ast und läuft bis an das Ende desselben, indem er in seinem Verlaufe abwechselnde Seitenäste auf die Pinnulae sendet.

Die Rinnen sind die Ambulacralrinnen. Ihre Seiten sind von kleinen gelappten Fortsätzen des Perisoms gleichsam eingezäunt, und nach innen von diesen Fortsätzen entspringen aus den Seiten des Bodens der Rinne Gruppen von kleinen Füsschen. Die Mitte des Bodens der Rinne nimmt ein verdicktes Band (Fig. 166, *E*) des Ektoderms ein, welches so auffallende Aehnlichkeit mit dem Ambulacralnerven der Seesterne hat, dass an der zuerst von Ludwig ausgesprochenen Homologie der Beiden kein Zweifel sein kann.[1]) Unmittelbar darunter verläuft ein von Carpenter entdeckter und als »Tentakelcanal« bezeichneter enger Canal (*Wr*), der seitliche mit dem Hohlraum der Füsschen zusammenhängende Zweige (*Wr''*) abgiebt. Darunter liegt ein zweiter viel weiterer Canal (*CV*) — der »Subtentakelcanal« —, der durch eine Scheidewand getheilt ist. Die Scheidewand ist jedoch von Strecke zu Strecke unterbrochen, so dass die beiden Abtheilungen communiciren. Ein dritter, noch weiterer *Canalis coeliacus* (*CD*) liegt zwischen dem Boden des Subtentakelcanales und dem Achsenskelet des Armes.

Wo der Arm sich mit dem Kelche vereinigt, verlaufen die Ten-

1) Ludwig bezeichnet sowohl bei den Crinoiden wie bei den Asteriden als Nerven nicht das verdickte Epithel der Armrinne, sondern den unter demselben gelegenen und zwischen die Basis der Epithelzellen eingeflochtenen Faserstrang (Fig. 166, *Nr*). Siehe »Beiträge zur Anatomie der Crinoideen«. D. Uebers.

takelcanäle unter der Ambulacralrinne bis an die Speiseröhre und vereinigen sich zu einem diese umgebenden Ringcanale (Fig. 165, *W*), von dem zahlreiche kurze Divertikel (*St*) ausgehen, die an die von SIMROTH (a. a. O.) beschriebenen *vasa ambulacralia cavi* erinnern. Der Canalis subtentacularis und coeliacus stehen mit den Hohlräumen im Perivisceralgewebe an der oralen oder aboralen Fläche der Eingeweidemasse in Zusammenhang, und diese scheinen schliesslich frei in die Hohlräume zu münden, welche die Spindel durchziehen.

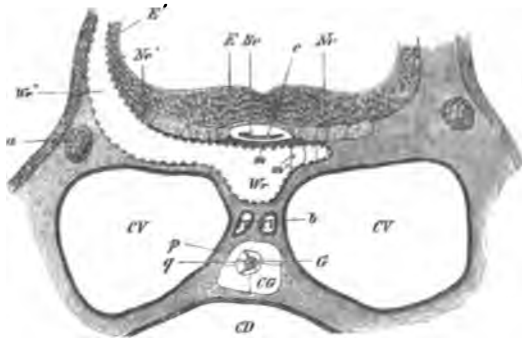


Fig. 166. — Querschnitt durch die ventralen Theile eines Armes von *Antedon Eschrichtii*. — *E*. Epithel der Armrinne; *E'*. Epithel des Tentakels; *Nr*. radialer Nerv; *Nr'*. Ast desselben zum Tentakel; *Br*. radiales Blutgefäss mit einem Gerinnsel *c*; *Wr*. radiales Wassergefäss (Tentakelcanal); *Wr''*. Seitenast desselben im Tentakel; *m*. querdurchschnittenes Längsmuskelband in der ventralen Wand des Wassergefässes; *m''*. das Lumen des Wassergefässes durchziehende Muskelfäden; *CV*. Ventralcanal (Subtentakelcanal), durch Septen, *b*, getheilt; *CG*. Genitalcanal, enthaltend einen Blutraum (*q*), welcher die Genitalröhre, *g*, umgiebt; *CD*. Dorsalcanal (Coeliacalcanal); *a*. kuglige Drüsen. (Nach LUDWIG.)

In der Scheidewand zwischen dem Canalis subtentacularis und coeliacus liegt ein Zellenstrang (Fig. 166, *G*) oder *rachis*, der sich bis in ein Netz von ähnlichem Gewebe in der Eingeweidemasse verfolgen lässt. Die in den Pinnulen enthaltenen Geschlechtsdrüsen sind Erweiterungen von Seitenästen dieser Rachis. Allein die Rachis ist augenscheinlich nur eine Ausdehnung des Mesodermgewebes der Eingeweidemasse, derjenigen, in welcher die Geschlechtsdrüsen bei den Seesternen liegen, vergleichbar, und die Vermehrung der Geschlechtsdrüsen ist als eine weitere Ausdehnung des bei *Brisinga* bestehenden Verhältnisses zu betrachten. Danach wäre die Lage der Geschlechtsdrüsen bei den Crinoiden nicht so anomal, wie sie zuerst erscheint.

Der centrodorsale Höcker enthält einen Hohlraum, mit dem das Skelet der Cirren, des Kelches, der Arme und der Pinnulen durchziehende Canäle zusammenhängen. Dieser Hohlraum wurde von

Joh. Müller als ein Herz betrachtet. Derselbe erweist sich jedoch als grossentheils von solidem Gewebe erfüllt, das sich nicht nur in alle die Canäle, welche die Skeletstücke durchziehen, sondern auch in die Columella oder das den Mittelpunkt der Darmwindungen einnehmende Gewebe fortsetzt.

Carpenter [1]) ist der Meinung, dass derjenige Theil dieses Achsengewebes, welcher den Hohlraum des centralen Höckers einnimmt und sich durch die Skeletstücke des Kelches und der Arme fortsetzt, das eigentliche Centralorgan des Nervensystems sei, und stützt diese Ansicht theils auf die Thatsache, dass, wenn diese Masse bei einem lebenden *Antedon* gereizt wird, eine plötzliche Contraction aller Muskeln des Armes stattfindet, und theils auf die Verbreitung der letzten Verästelungen des Achsengewebes in den Armen. Greeff [2]) dagegen behauptet, dass alle diese Gewebszüge injicirbar seien, und behält den Namen »Herz« für den Hohlraum des centrodorsalen Höckers bei.

Das Perisom der oralen Oberfläche von *Comatula* besitzt eine grosse Anzahl von feinen runden Poren (Fig. 165, *P*) mit verdickten Zellenrändern. Greeff hat entdeckt, dass dies die äusseren Oeffnungen von wimpernden Canälen sind, welche in die Leibeshöhle führen und leicht Flüssigkeit aus- und eintreten lassen.

Jedes Ovarium hat eine eigene Oeffnung, durch welche die Eier entleert werden, und an der dieselben einige Tage wie Trauben hängen bleiben. Der Hode hat keine besondere Oeffnung, sondern die Spermatozoen scheinen durch Platzen des Integuments entleert zu werden.

Seit der Entdeckung von Vaughan Thompson, dass *Comatula* einen pentacrinoiden Larvenzustand durchläuft, ist die Entwicklung der freilebenden Crinoiden Gegenstand mehrfacher Untersuchungen gewesen [3]), und folgende Ergebnisse können als feststehend gelten.

---

1) W. B. Carpenter, »On the structure, physiology and development of *Antedon*.« — Proceedings of the Royal Society, London, 1876.

2) R. Greeff, »Ueber das Herz der Crinoiden«. — Marburger Sitzungsberichte, 1876.

3) Siehe Wyville Thomson, »On the embryogeny of Antedon rosaceus«. — Philosophical Transactions of the Royal Society, London, 1865; Metschnikoff. Bulletin de l'Académie de St. Pétersbourg, t. XV. 1871; und besonders Götte, »Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Comatula mediterranea.« — Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. XII. 1876.

Es findet totale Dottertheilung statt. Die Morula nimmt eine ovale Gestalt an und erzeugt vier Wimperschnüre und einen Wimperschopf am Hinterende. Zwischen der dritten und vierten Wimperschnur vom Vorderende der Echinopaediums aus gerechnet, stülpt sich das Blastoderm ein und bildet einen Urdarm. In dem Raume zwischen diesem Blindsack, dessen Wand das Hypoblast ist, und dem von dem übrigen Blastoderm gebildeten Epiblast tritt ein aus netzförmig verbundenen Zellen bestehendes Mesoblast auf. Der Blastoporus schliesst sich, während der Urdarm sich von seiner Ansatzstelle an der hintern ventralen Fläche der Larve loslöst und sich mit einer am Vorderende auftretenden Oesophagus-Einstülpung verbindet. Aus dem Urdarm sprossen dann drei Divertikel, zwei laterale und ein ventrales, hervor. Die lateralen Divertikel werden grösser und legen sich an den Rest des jetzt zum Darm gewordenen Urdarms an, schnüren sich bald vollständig von demselben ab und werden zu Peritonealsäcken. Der linke so gebildete Sack liegt an der ventralen Seite des Darms, der rechte an der dorsalen. Die Wände der beiden Säcke legen sich aneinander und bilden ein ringförmiges Mesenterium. Der Peritonealsack der aboralen Seite entsendet einen Fortsatz in das Hinterende des Körpers, das begonnen hat, sich in die Länge zu strecken, um den Stiel der pentacrinoiden Form zu bilden.

Das dritte oder ventrale Divertikel löst sich vom Darmcanal viel später ab als die beiden anderen. Es umwächst den Mund und erzeugt den Wassergefässring, von dem dann die Tentakelcanäle sprossen.

Alsdann treten im Körper des Echinopaediums, um den Darmcanal, zehn Platten auf, aus einem Kalknetz bestehend und in zwei Reihen von je fünf angeordnet. Vom Mittelpunkte der hintern Reihe erstrecken sich acht Kalkringe durch die Länge des Larvenkörpers und schliessen die hintere Verlängerung des aboralen Peritonealsackes ein. Die Reihe endigt mit einem breiten, scheibenförmigen Netzwerk, das an einer Seite des Hinterendes der Larve liegt. Diese scheibenförmige Platte bildet das festsitzende Ende des Stieles des künftigen Crinoids; die Ringe werden zum Stiele und die beiden Plattenkreise zu den basalen und oralen Skeletstücken des Kelches. Der Stiel wächst durch Bildung neuer Ringe (Glieder) an der Verbindungsstelle zwischen Stiel und Kelch.

Die Larve setzt sich jetzt mit dem scheibenförmigen Ende ihres

Stengels fest, der verhältnissmässig länger und dünner geworden ist, während der Theil des Körpers, welcher die Basal- und Oralplatten enthält und sich in den Kelch verwandelt, dick und kurz bleibt. Sein breites Ende wird fünflappig; jeder Lappen entspricht einer Oralplatte. Die Platten entfalten sich wie die Blätter einer Blüthenknospe und enthüllen in ihrer Mitte die weite bleibende Mundöffnung. Zwischen den Rändern derselben und den Oralplatten treten tentakelförmige Füsschen auf, Anfangs nur fünf, schliesslich jedoch zu Dreien zwischen je zwei Oralplatten angeordnet.

Der Darmcanal ist noch ein einfacher Sack, ohne Enddarm oder After.

Darauf treten in der Wand des Kelches zwischen den Basal- und den Oralplatten, mit beiden abwechselnd, fünf Radialplatten auf, und diesen entsprechend wachsen die Arme als rasch sich verlängernde Fortsätze aus, in denen sich der Reihe nach die übrigen Radialien entwickeln. Gleichzeitig erweitert sich die ganze Zone des Kelches, welche die Armursprünge einnehmen, so dass die Oralplatten, welche den Mund umgeben, und die Basalplatten, welche den Stiel umfassen, weit auseinander rücken. Der Enddarm wächst als ein Divertikel aus dem Darmcanale hervor und mündet auf einer interradialen Erhebung des Kelches, in der sich eine Analplatte entwickelt. Das junge Echinoderm ist damit in das gestielte pentacrinoide Stadium eingetreten.

Bei *Comatula* verschwinden die Oral- und Analplatten sämmtlich und die zu der Rosette verwachsenden Basalien werden von den ersten Radialien einerseits und dem die verschmolzenen Stielglieder darstellenden centrodorsalen Höcker andrerseits verdeckt. Die Arme gabeln sich und erhalten ihre Pinnulae, und schliesslich löst sich der Kelch sammt seinen Anhängen als freie *Comatula* ab. Bei den jetzt lebenden gestielten Crinoiden, wie *Pentacrinus*, entwickeln sich dagegen an den Segmenten des Stieles in gewissen Abständen Cirren, und eine Umbildung der obersten Segmente zu einem centrodorsalen Höcker findet nicht statt.

Vergleichen wir die jetzt über den Bau und die Entwicklung der fünf Echinodermengruppen festgestellten Thatsachen, so ist es einleuchtend, dass sie Modificationen eines Grundplanes sind. Aus dem gefurchten Dotter geht eine wimpernde Morula hervor, und diese verwandelt sich durch einen Einstülpungsvorgang in eine

Gastrula, deren Blastoporus in der Regel zum After wird. Ein Mund und eine Speiseröhre treten als Neubildungen durch Einstülpung des Epiblasts hinzu. Der Embryo wird normaler Weise zu einem freilebenden Echinopaedium, das einen vollständigen Darmcanal besitzt und bilateral symmetrisch ist. Die Wimpern des Ektoderms ordnen sich in einer oder mehreren Schnüren an, welche den Körper umgeben und, während sie eine bilaterale Symmetrie bewahren, sich in verschiedener Weise umgestalten. Bei den *Holothuriden*, *Asteriden* und *Crinoiden* ist die Larve wurmförmig und hat kein Skelet; bei den *Echiniden* und *Ophiuriden* hat sie die Form eines *Pluteus* und entwickelt ein besonderes Kalknadelskelet.

Würde ein Echinopaedium Fortpflanzungsorgane erlangen und seine Art fortpflanzen, so würde, scheint mir, kein Zweifel darüber bestehen können, dass man seine nächsten Verwandten unter den *Turbellarien*, den *Rotiferen*, den *Gephyreen* und den *Enteropneusten* zu suchen habe.[1]) Was jedoch die *Echinodermen* charakterisirt, ist die Thatsache, dass der Darmcanal des Echinopaediums ein Enterocoel erzeugt, welches wiederum in zwei Höhlensysteme zerfällt, ein ambulacrales und ein peritoneales, und dass das Mesoblast sich entsprechend der Anordnung dieser Systeme gestaltet. Das Enterocoel kann aus einem oder aus drei Divertikeln hervorgehen. Im erstern Falle theilt sich das zuerst gebildete in drei, ein vorderes und zwei seitliche, wie im letztern Falle. Die seitlichen Divertikel erzeugen die Peritonealhöhle und deren Auskleidung; das mediane Divertikel verwandelt sich in den Wassergefässring und dessen Anhänge, und infolge der strahlenförmigen Anordnung der Letzteren sowie der in Beziehung dazu stehenden Nerven und Muskeln besitzt das Echino-

1) In einem Berichte über die Untersuchungen von JOH. MÜLLER über die Anatomie und Entwicklung der Echinodermen in den »Annals of Natural History« vom Juli 1851, habe ich auf die Verwandtschaftsbeziehungen der Echinodermen zu den Würmern hingewiesen, und in einer in demselben Jahre der Microscopical Society vorgelegten Abhandlung über *Lacinularia socialis* habe ich die Ansicht ausgesprochen, die Rotiferen seien »dauernde Formen von Echinodermenlarven und stehen in derselben Beziehung zu den Echinodermen wie die hydriformen Polypen zu den Medusen«; »sie verbinden die Echinodermen mit den Nematiden und den nematoiden Würmern.« Als diese Ansichten veröffentlicht wurden, wurden sie von Denen, welche sie nicht ignorirten, belächelt. Trotzdem glaube ich, dass sie, wenn sie auch etwas roh ausgedrückt waren, doch im Wesentlichen durch den Fortschritt unsrer Kenntnisse während des letzten Vierteljahrhunderts gerechtfertigt worden sind.

derm die ihm eigene radiäre Symmetrie. Die radiäre Symmetrie des Echinoderms ist also augenscheinlich die Folge der secundären Umgestaltung eines Thieres, das ursprünglich bilateral symmetrisch ist, und der anscheinend radiäre *Echinus* oder Seestern ist ein besonders umgebildeter »Wurm« (im weitesten Sinne des Wortes) in demselben Sinne, wie die anscheinend radiäre *Coronula* ein umgebildetes Arthropod ist.

Haeckel geht noch weiter und nimmt an, dass jeder Radius eines Seesternes oder einer Ophiure z. B. einen Wurm darstelle, und dass das Echinoderm aus verwachsenen wurmförmigen Knospen bestehe, die sich im Innern des Echinopaediums entwickeln. Ich muss gestehen, dass ich keine schlagenden Gründe für diese Hypothese zu finden vermag. Im Gegentheil, je näher man den Bau des Radius eines Echinoderms mit dem Körper irgend eines bekannten Annelids vergleicht, um so schwieriger scheint es mir, eine wirkliche Aehnlichkeit zwischen Beiden zu finden.

Wollen wir etwas der Erzeugung des Echinoderms innerhalb des Echinopädiums Analoges finden, so müssen wir, scheint mir, uns an die morphologisch niederen und nicht an die höheren Typen wenden. Unter den *Hydrozoen* ist Nichts häufiger als die Vertheilung der Lebensfunctionen auf zwei gesonderte Zooiden, von denen nur eines Fortpflanzungsorgane entwickelt. Bei dem Ersteren, dem *Hydranth*, ist die radiäre Symmetrie oft kaum erkennbar (z. B. bei den *Calycophoriden*); bei dem Letzteren, dem *Medusoid*, ist sie sehr ausgeprägt und charakterisirt besonders die Anordnung der Gastrovascularcanäle, welche Sprossen der Darmhöhle sind und, wenn sie sich abschnürten, dem Enterocoel eines Echinoderms entsprechen würden.

Nehmen wir an, aus einem Hydranth wie dem von einer *Diphyes* entwickle sich ein Medusoid, und statt von der Aussenseite des Körpers vorzuspringen, bliebe es unter der Haut, entfalte sich zwischen dem Ektoderm und dem Endoderm des Hydroids und nehme infolge dessen eine ausgeprägte radiäre Symmetrie an. Das Ergebniss würde ein Coelenterat sein, das einem Echinoderm durchaus analog wäre.

In gewissem Sinne kann man ein Actinozoon recht gut als eine derartige Verbindung eines Hydroids mit seinem Medusoid betrachten, und man muss danach zugeben, dass die vom ältern Agassiz gezogene Parallele zwischen dem Gastrovascularsystem der *Cteno-*

phoren und dem Ambulacralsystem sehr wohl der Beachtung werth ist. Man denke sich die Gastrovascularcanäle einer *Cydippe* vom Darmcanal abgetrennt, so werden sie zu einem Enterocoel, dessen Verlängerungen längs des Magens sich den Peritonealsäcken vergleichen lassen, während die unter den Ruderplättchen liegenden den Ambulacralgefässen der Echinodermen entsprechen würden.

Allein vom Zugeständniss der Berechtigung dieser Analogien zum Schlusse, die Echinodermen und die Coelenteraten seien so nahe mit einander verwandt, dass man sie mit Recht unter der Bezeichnung »Radiaten« zusammenfassen dürfe, ist noch ein weiter Schritt. Im Gegentheil bekundet das Echinoderm durch sein Echinopaediumstadium einen Fortschritt in der Organisation, der über alles bei Coelenteraten Bekannte weit hinausgeht, und in der hoch charakteristischen Entwicklungsweise seines Enterocoels (deren Aufklärung bei den Seesternen durch A. Agassiz den wichtigsten Fortschritt in unsrer Kenntniss der Echinodermen seit Joh. Müllers Zeit bildet) stimmt das Echinoderm mit den höheren und nicht mit den niederen *Metazoen* überein.

Echinodermen sind in fossilem Zustande sehr häufig. Auf *Holothuriden* bezogene Kalkplatten kommen in mesozoischen Gesteinen vor, sind jedoch früher nicht bekannt. Seesterne trifft man in den älteren paläozoischen Schichten, in Gestalten, welche den jetzt lebenden sehr ähnlich sind. Die *Echiniden* sind vom obern Silur an (*Palaechinus*) reichlich vertreten. Die paläozoischen Formen sind kuglig und haben vermehrte Interambulacralplatten und einfache Ambulacra. *Echiniden* vom jetzigen Typus treten in den mesozoischen Schichten auf, die *Echinoiden* zuerst, während die *Spatangoiden* und *Clypeastroiden* jüngeren Datums sind. Diese Reihenfolge im Auftreten stimmt mit der Embryonalentwicklung der beiden letztern Gruppen überein; dieselben sind nämlich in der Jugend mehr kuglig als später.

Die *Crinoiden* sind in den paläozoischen und älteren mesozoischen Schichten häufig und nehmen in den jüngeren Formationen allmählich an Zahl ab. Die ältesten scheinen sämmtlich gestielt gewesen zu sein und zu eigenthümlichen ausgestorbenen Typen gehört zu haben. Drei Gruppen sind völlig ausgestorben und nicht jünger als aus der Kohlenformation bekannt. Es sind die *Cystideen*, die *Edrioasteriden* und die *Blastoideen*.

Die Cystideen. — In ihren allgemeinen Charakteren stehen die *Cystideen* den Crinoiden sehr nahe. *Cryptocrinus*, die einfachste Form der Gruppe, besitzt einen auf einem Stiele sitzenden und aus fünf Basalien, fünf Parabasalien und fünf Radialien bestehenden Kelch. Eine interradiale Oeffnung ist von einem Kegel kleiner Platten, der sogenannten »Pyramide« umgeben. Die antambulacrale Fläche besitzt keine Poren; diese sind aber bei anderen Gattungen vorhanden, manchmal unregelmässig zerstreut (*Caryocrinus*), manchmal paarweise angeordnet (*Sphaeronites*), oder sie nehmen auch die Form von in »gekämmten Rhomben« angeordneten parallelen Schlitzen an. Die Arme waren frei (*Comarocystites*) oder umgebogen und dicht an den Kelch angelegt. Sie trugen Pinnulae, welche infolge der Nichtentwicklung der Arme manchmal an den Radialien sassen. Im Mittelpunkte des Kelches, an der Stelle, auf welche die Ambulacren convergiren, befindet sich eine Oeffnung, eine zweite kleine daneben und drittens die Mündung der Pyramide. Die erste wird in der Regel als Mund betrachtet, die zweite als After, die dritte als Geschlechtsöffnung.

Die *Cystideen* würden sich nach dieser Deutung von allen übrigen Echinodermen mit Ausnahme der *Edrioasteriden* und der *Holothuriden* durch die Einzahl ihrer Geschlechtsöffnung unterscheiden; allein um die centrale Oeffnung sieht man, wenigstens bei einigen Arten, fünf Poren, welche man auch wol als Geschlechtsöffnungen betrachtet hat. In jedem Falle dürften die *Cystideen* den *Crinoiden* sehr nahe stehen.

Die Edrioasteriden. — Diese Gruppe umfasst mehrere Gattungen ausgestorbner Echinodermen (*Edrioaster*, *Agelacrinites*. *Hemicystites*), welche in ihrer allgemeinen Gestalt einige Aehnlichkeit mit dem Asteriden *Goniaster* haben, wenn man sich die Ecken desselben abgerundet denkt. Wie die *Cystideen* besitzen sie eine interambulacrale Pyramide, unterscheiden sich aber von jenen dadurch, dass ihre Ambulacren von Canälen durchbohrt sind, welche direct in den Hohlraum des Kelches münden, und dass sie keine Arme besitzen. Die *Edrioasteriden* besitzen keinen Stiel, sondern scheinen mit der aboralen Körperfläche festgesessen zu haben.

Die Blastoideen. — Bei *Pentremites*, dem Vertreter dieser Ordnung, ist die Ambulacral- und die Antambulacralregion fast

gleich: der Körper ist prismatisch oder subcylindrisch. Der gestielte Kelch setzt sich aus drei Basalplätten zusammen, von denen zwei doppelt sind. In den Zwischenräumen der aboralen Platten liegen fünf oben tief gespaltene Platten. In den Spalten liegen die Spitzen der Ambulacra, deren orale Abschnitte zwischen den fünf interradialen Deltoidstücken liegen, die den Mund umgeben. Die Spaltplatten sind nicht Radialien, sondern Theile des Perisomskelets der aboralen Region. Um die centrale, wahrscheinlich Mund-Oeffnung befinden sich vier doppelte und ein fünfter in drei zerfallener Porus. Der mittlere von diesen dreien scheint der After zu sein, die beiden anderen und die Porenpaare die Geschlechtsöffnungen. Jedes Ambulacrum ist lanzettförmig und besitzt oberflächlich eine Doppelreihe von Skeletstücken, welche sich in der Mittellinie berühren und an ihren äusseren Enden Pinnulae tragen; unter ihnen liegt eine unpaare Platte, vielleicht das Homologon der »Wirbel« der *Ophiuriden*, und darunter wieder parallele Canäle von unbekannter Natur.

Capitel X.

Die Tunicaten oder Ascidioiden.

Diese merkwürdige und in mancher Hinsicht vereinzelt dastehende Gruppe von Meeresthieren umfasst sowohl einfache wie zusammengesetzte, festsitzende wie freilebende Organismen. Keine erreichen eine Länge von mehr als einigen Zollen, und manche sind klein, fast mikroskopisch.

Die einfachsten Glieder der Gruppe und zugleich diejenigen, deren Bau am leichtesten zu verstehen ist, sind die *Appendicularien*, kleine pelagische Organismen, die man unter allen Breiten findet. Sie schwimmen wie Kaulquappen durch Schlagen mit einem langen Schwanzanhange an der Oberfläche des Meeres.

Appendicularia flabellum (Fig. 167) hat einen ei- oder flaschenförmigen Körper (A) von vier bis sechs Millimeter Länge. Der Anhang (B) ist drei bis vier Mal so lang wie der Körper, an dessen einer Seite er nahe, doch nicht ganz am Hinterende angebracht ist. Er ist abgeplattet und wird von einer festen centralen Achse gestützt, welche das *Urochord* heissen mag (*l*). Der grösste Theil des Körpers ist gewöhnlich von einer structurlosen gallertigen Masse umschlossen, die jedoch an dem abgerundeten Hinterende nicht mehr vom Ektoderm zu unterscheiden ist. Am Schwanzanhang sind die polygonalen Zellen, aus denen das Ektoderm besteht, deutlich zu erkennen.

Der Mund hat eine überhängende Lippe. Er führt in einen weiten Schlundsack, dessen Wand vom Ektoderm gebildet ist. Hinten verengt sich dieser Sack zum Oesophagus, der sich gegen die Hämalseite des Körpers biegt und dann in einen geräumigen Magen mündet, der quer gerichtet ist und in zwei Lappen zerfällt, einen rechten und einen linken.

Vom linken Lappen geht der Enddarm aus; derselbe biegt sich dann einwärts, rückt plötzlich nach vorn in die Mittellinie und endigt etwa in der Mitte zwischen der Mundöffnung und dem Ansatz des Schwanzanhanges. Der Darm hat also eine hämale Krümmung. In der Mitte der Hämalseite erhebt sich das Endoderm der Schlundhöhle zu einer Falte, welche in die zwischen dem Endoderm und dem Ektoderm gelegene Bluthöhle vorspringt. Die Wände des Grundes der Falte sind dicker als die übrigen, so dass dieselbe, von der Seite gesehen, wie ein Hohlcylinder aussieht. Es ist das *Endostyl*[1]) (Fig. 167, *n*).

Das Endoderm des Schlundes ist bewimpert, und die Wimpern sind besonders stark auf einer schmalen Linie, dem *Peripharyngealbande*, das die Mundöffnung in der Höhe des Vorderendes des Endostyls umgreift und sich als ein *Hypopharyngealband* nach hinten längs der Mitte der Neuralfläche des Schlundes bis an die Mundöffnung fortsetzt.

Zu beiden Seiten vom Endostyl liegen im hintern Theile der hämalen Wand des Schlundes zwei ovale Oeffnungen oder *Stigmata* (Fig. 167, *d*), welche von mit sehr langen und lebhaft schwingenden Wimpern besetzten Zellen umgeben sind. Jedes Stigma führt in einen trichterförmigen *Atrialcanal*, dessen offnes Ende jenseits des Rectums ausgeht[2]) (Fig. 167, *c*).

---

1) So beschrieben und benannt in meinen »Observations upon the anatomy and physiology of Salpa and Pyrosoma, together with remarks upon Doliolum and Appendicularia.« — Philosophical Transactions, 1851. Im Jahre 1856 habe ich jedoch gesagt: »In Bezug auf das Endostyl habe ich meinen früheren Angaben nichts Wichtiges hinzuzufügen, als dass ich glaube, dass es hier wie bei andern Ascidien der optische Ausdruck des verdickten Grundes einer Falte oder Rinne des Kiemensackes ist.« — Quarterly Journal of Microscopical Science, 1856, April. In meiner Abhandlung über Pyrosoma (Transactions of the Linnean Society London, 1860, p. 205) ist das Endostyl dargestellt als »in Wirklichkeit eine Längsfalte oder ein Divertikel der Mitte der Hämalwand des Schlundes, das als eine verticale Leiste in den Blutsinus vorspringt, auch durch eine Spalte an seiner Neuralseite in offner Verbindung mit dem Schlunde bleibt«.

2) Diese Stigmen wurden zuerst von Gegenbaur (»Bemerkungen über die Organisation der Appendicularien«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. VI, S. 406) beschrieben, der annahm, sie ständen mit Canälen des Innern des Körpers in Verbindung. Indem ich *Appendicularien* mit Indigo fütterte, wies ich jedoch den Zusammenhang dieser Stigmentrichter mit der Aussenseite des Körpers nach. (Quarterly Journal of Microscopical Science, l. c.)

Das Herz ist ein weiter Sack, der rasche peristaltische Contractionen ausführt und quer zwischen den Lappen des Magens liegt. Bei der Art, welche ich beobachtet habe, waren keine Blutkörperchen zu sehen, und die Richtung der Herzpulsationen kehrte nicht von Zeit zu Zeit um, wie es gewöhnlich bei den Ascidien geschieht. Nach FOL[1]) findet jedoch bei anderen *Appendicularien* die

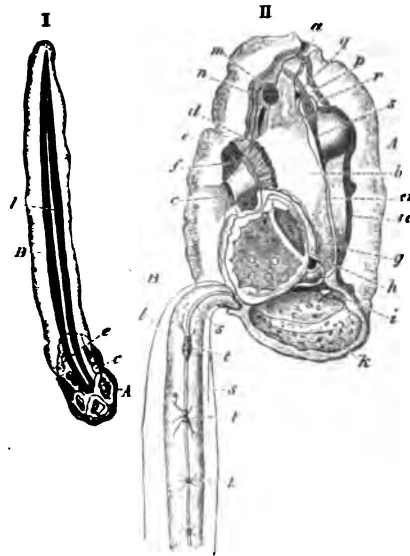


Fig. 167. — *Appendicularia flabellum.*
I. Das ganze Thier mit dem Schwanzanhange in seiner gewöhnlichen Lage, nach vorn geschlagen.
II. Seitenansicht des Körpers, der Schwanzanhang nach hinten umgeschlagen.
A. der Körper; B. der Schwanzanhang; *a.* Mundöffnung; *b.* Schlund; *c.* eine Atrialöffnung; *d.* das entsprechende Stigma, mit seinen Wimpern; *e.* After; *f.* Rectum; *g.* Oesophagus; *h. i.* Magen; *k.* Hode; *l.* Urochord; *m.* Zellenballen an der Seite des Mundes des Körpers; *n.* Endostyl; *p.* Ganglion; *q.* Wimpersack; *r.* Otocyste; *s.* oberer Nerv mit seinen Ganglien *t*; *en.* Endoderm; *ec.* Ektoderm.

Umkehr der Herzcontractionen statt. Ebensowenig wie mir, ist es diesem Beobachter gelungen, Blutkörperchen zu finden. Eigene Gefässe sind nicht vorhanden, sondern die farblose Flüssigkeit, welche die Stelle des Blutes einnimmt, strömt durch die Lücken zwischen dem Ektoderm und Endoderm und den verschiedenen Eingeweiden.

---

1) H. FOL, »Etudes sur les Appendiculaires du détroit de Messine«, 1872.

Das Nervensystem besteht aus einem etwa gegenüber dem Vorderende des Endostyls gelegenen Ganglion (Fig. 167, *p*). Dasselbe giebt vorn Nerven an die Seiten des Mundes ab, während es sich hinten in einen langen Strang (*s*) fortsetzt, der neben dem Oesophagus nach hinten zwischen den Lappen des Magens hindurch an die Basis des Anhanges zieht. Dann verläuft er an der einen Seite des Urochords entlang bis an dessen Ende, indem er von Strecke zu Strecke Nerven abgiebt. Am Ursprunge dieser Nerven liegen Haufen von Ganglienzellen (Fig. 167, *t*). Das vorderste von diesen Ganglien ist das grösste.[1])

An dem Ganglion sitzt eine rundliche Otocyste mit einem kugligen Otolithen, und in naher Beziehung zu ihm steht ein kleines Wimpersäckchen, das in den Schlund mündet (Fig. 167, *r*, *q*). Fol beschreibt eine Anzahl feiner Tastborsten um die Mundöffnung.

Das Urochord, welches das Achsenskelet des Anhanges bildet, ist durchsichtig, an beiden Enden abgerundet und von einer zarten Membran begrenzt. Die Ueberreste der Zellen, aus denen es zusammengesetzt ist, sind hier und dort als verästelte Körperchen in seiner Peripherie sichtbar.

Die einzigen bisher bei *Appendicularia* beobachteten Muskeln sind zwei Blätter von quergestreiften Fasern, die zwischen dem Urochord und den Ektodermzellen des Anhanges liegen.

Die Fortpflanzungsorgane nehmen die rundliche Hervorragung am hintern Theile des Körpers hinter dem Darmcanale ein. Der Hode (Fig. 167, *k*) ist eine grosse Zellenmasse, welche beim ausgebildeten Thiere den grössern Theil des Hohlraumes dieser Hervorragung ausfüllt. In voller Entwicklung löst er sich in Spermatozoen mit stabförmigen Köpfen von etwa 0.003 mm. Länge und sehr feinen fadenförmigen Schwänzen auf. Dieselben werden durch Platzen des Hodens frei.

Ich habe niemals *Appendicularien* mit Eiern gefunden, und auch andere Beobachter mit Ausnahme von Fol scheinen nicht glücklicher gewesen zu sein. Letzterer giebt an, die Thiere seien

1) Quarterly Journal of Microscopical Science, 1856, p. 8, 9. Fol, der die gleiche Anordnung bei anderen *Appendicularien* findet, zählt dieses als das zweite Ganglion des Nervensystems und giebt an, ein feiner Canal durchziehe sowohl die Ganglien wie den Längsnerv.

zwittrig (nur *Oikopleura dioica* scheint getrenntgeschlechtlich zu sein) und das Ovarium entwickle sich später als der Hode.[1]

Zu beiden Seiten des Vorderendes des Endostyls liegen zwischen dem Ektoderm und dem Endoderm zwei eigenthümliche rundliche Zellenballen (Fig. 167, II, *m*). Aehnliche Körper kommen auch bei anderen Ascidien vor, doch ist ihre Function unbekannt.

Eine der sonderbarsten Eigenthümlichkeiten der *Appendicularien* ist ihre Fähigkeit, von der Oberfläche des Ektoderms ausserordentlich rasch eine schleimige Cuticularhülle abzusondern, in deren Innerem wie in einer geräumigen Kapsel der ganze Körper liegt. Dieselbe wurde ursprünglich von MERTENS als das »Haus« der *Appendicularie* beschrieben. Es ist offenbar das Homologon des Mantels der übrigen Ascidien, der oftmals nur an zwei oder drei Stellen am Ektoderm hängt; allein man hat keine Cellulose darin gefunden. Nach FOL, der die Bildung des »Hauses« mit grosser Sorgfalt untersucht hat, besitzen die *Appendicularien* keinen eigentlichen Mantel und was ich als die structurlose Gallerthülle des vordern Körpertheiles beschrieben habe, ist der Anfang des »Hauses«. Dieselbe wächst, nimmt eine eigenthümliche fasrige Structur an und trennt sich bei einem kräftigen Thiere im Laufe einer Stunde als eine Kapsel ab, in welcher der ganze Körper sich frei bewegen kann. Vorn besitzt sie zwei trichterförmige Oeffnungen, die von einem in den den Körper enthaltenden Hohlraum führenden Gitterwerke getragen sind. Eine geräumige mediane Kammer gestattet die freie Bewegung des Schwanzes. Nach wenigen Stunden verlässt das Thier seinen Mantel und bildet sich einen neuen.

Bei der grossen Mehrzahl derjenigen *Tunicaten*, welche im ausgebildeten Zustande festsitzen, verlässt das Junge das Ei im Zustande einer frei beweglichen Larve, welche insofern Aehnlichkeit mit einer

---

1) Ich muss gestehen, dass mir FOLS Abbildungen und Beschreibungen des Eierstockes und der Eier nicht befriedigend ist, und die Art, wie er im folgenden Paragraphen über ihre Entwicklung hinweggeht, ist seltsam:

»Le développement, que j'ai pu suivre jusqu' à la formation de la larve, ne me parut différer en rien de celui des Ascidies; et comme d'autre part, la petitesse de ces oeufs et la difficulté qu'on a de les obtenir les rendent peu favorables à l'étude, je n'ai pas juge à propos d'approfondir d'avantage ce sujet«. (a. a. O. p. 1.)

(Von der Existenz eines den FOLschen Abbildungen entsprechenden Ovariums habe ich mich bei mehreren Arten leicht überzeugen können. D. Uebers.)

Appendicularie hat, als sie sich mittels eines musculösen Anhanges bewegt, in dessen Achse ein Urochord liegt. Der Körper wie der Anhang ist jedoch von einer mit Cellulose imprägnirten Hülle oder einem »Mantel« (*testa*) umschlossen, und der erstere bietet in seinem Baue wichtige Abweichungen von demjenigen der *Appendicularien* dar. Nachdem die Larve eine Zeitlang frei umhergeschwommen ist, setzt sie sich mit ihrem Körper fest; der Schwanz schrumpft ein, und das junge Thier nimmt die gewöhnliche Gestalt einer festsitzenden Ascidie an. Es kann entweder einfach bleiben oder Knospen entwickeln und einen zusammengesetzten Organismus, ein *Ascidiarium*, bilden, das aus vielen verbundenen Ascidiozooiden besteht.

Alle festsitzenden Tunicaten besitzen zwei mehr oder minder nahe an einander liegende Oeffnungen: eine, die Mundöffnung, führt in die Verdauungshöhle, die andere oder Atrialöffnung führt in eine Kammer, das *Atrium*, in welche der Koth und die Geschlechtsstoffe entleert werden. Während des Lebens geht, wenn diese Oeffnungen offen sind, ein Wasserstrom in die Mundöffnung hinein und aus der Atrialöffnung heraus. Wird jedoch das Thier gereizt, so spritzt infolge der plötzlichen Contraction der Muskelwandungen des Körpers das in der Kiemenhöhle und dem Atrium enthaltene Wasser in zwei Strahlen hervor, während beide Oeffnungen sich rasch schliessen.

Bei einigen Formen liegen die Oeffnungen viel weiter aus einander als bei anderen, und bei einigen *Botrylliden* sind sie fast endständig. Bei den pelagischen Gattungen *Pyrosoma* (Fig. 170), *Doliolum* (Fig. 171) und *Salpa* (Fig. 172) liegen die Atrial- und die Mundöffnung an den entgegengesetzten Enden des längsten Durchmessers des Körpers, und bei den beiden Letzteren erfolgt durch die Contraction querer Muskelbänder, welche das Wasser aus der einen oder der andern Oeffnung heraustreiben, infolge dessen der Körper in der entgegengesetzten Richtung fortgestossen wird, eine freie Fortbewegung.

Oeffnet man eine einfache festsitzende Ascidie, etwa eine *Phallusia* (Fig. 168) oder eine *Cynthia*, mittels eines Schnittes durch die Mundöffnung unter rechtem Winkel zu einer durch den Mittelpunkt derselben gelegten Querebene, so sieht man, dass der Mund in eine grosse Schlunderweiterung führt, den sogenannten »Kiemensack« (Fig. 168, *d*). Eine Reihe von einfachen oder gefiederten Tentakeln (Fig. 168, *c*) umgiebt die Mundöffnung in geringer Entfernung inner-

halb des Randes der Lippe, welche gewöhnlich wie auch diejenige der Atrialkammer in vier oder sechs Lappen getheilt ist. Unmittelbar hinter dem Tentakelkranz befindet sich ein wimperndes Peripharyngealband.

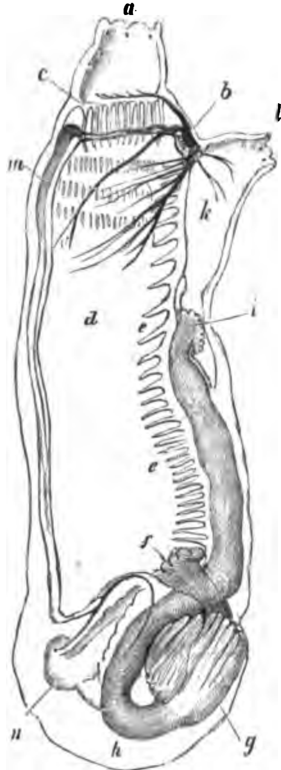


Fig. 168. — ***Phallusia mentula.*** — Der Mantel ist entfernt und nur etwa soviel vom Thiere dargestellt, wie man an einem Längsschnitt sehen würde. *a.* Mundöffnung; *b.* Ganglion; *c.* Tentakelkranz; *d.* Kiemensack; die drei Reihen von Oeffnungen im obern Theil desselben deuten die Stigmen an, stellen sie jedoch nicht dar; *e.* Züngchen: *f.* Oesophagusöffnung; *g.* Magen; *h.* Enddarm; *i.* After; *k.* Atrium; *l.* Atrialöffnung; *m.* Endostyl; *n.* Herz.

An der von der Atrialöffnung abgewandten Seite der Kiemenhöhle erstreckt sich ein Paar von zarten lippenartigen parallelen Falten vom Peripharyngealbande längs der Mittellinie des Kiemensackes bis an die Mündung des Oesophagus am entgegengesetzten Ende des Kiemensackes. Der Zwischenraum zwischen diesen Falten führt in eine von einem hohen Epithel ausgekleidete, das Endostyl bildende Falte, und in der Mittellinie des Peripharyngealbandes, an derselben Seite wie die Atrialöffnung, befindet sich eine höckerförmige Erhebung, welche einen wimpernden Hohlraum enthält und dem Wimpersacke der *Appendicularien* entspricht. Die Wand dieses Sackes ist mannichfach gefaltet, und infolge dessen erscheint die Oberfläche des Höckers mehr oder minder complicirt gemustert. Nach hinten setzen sich manchmal in der Mittellinie zwei Hypopharyngealfalten an dieser Seite des Kiemensackes bis an die Oesophagusöffnung fort, oder es ist blos ein mit einer Reihe von Tentakeln, sogenannten Züngchen (*languets*, Fig. 168, *e*) besetzter Wulst vorhanden. Das dem Wimpersacke zunächst liegende Züngchen ist oft das grösste der Reihe. Hinter dem Peripharyngealbande sind die Wandungen des Schlund- oder Kiemensackes von kleinen länglichen Oeffnungen durchbrochen, den *Stigmen*, deren Ränder von langen Wimpern umsäumt sind; durch diese Oeffnungen steht der Hohlraum des Sackes mit dem Atrium in Verbindung.

Die Stigmen sind in Querreihen angeordnet und gewöhnlich sehr zahlreich. Die netzförmige Wand des Kiemensackes kann von Längslamellen gestützt sein oder sich zu wenigen, weit von einander liegenden oder zahlreichen, dichtstehenden Falten erheben. In einigen Fällen entwickeln sich an der Innenfläche des Sackes Papillen von complicirter Gestalt. Die Aussenwand ist immer durch Gefässbalken mit der Wand des Atriums verbunden. In einigen Fällen *Molgula*) sind die Stigmen nicht längliche Maschen, sondern spiralig gewunden. Um die Atrialkammer (Fig. 168, *k*), in welche die Kiemenstigmen münden, zu sehen, öffnet man sie von der Atrialöffnung aus, ebenso wie die Kiemenkammer von der Mundöffnung aus geöffnet wurde. Man sieht dann, dass die Atrialöffnung in einen zwischen dem Kiemensacke und den Körperwänden liegenden und an allen Seiten von einer zarten Membran (der »dritten Tunica« Milne-Edwards') wie von einem Peritoneum ausgekleideten Hohlraum führt. Diese Membran hat eine parietale und eine viscerale Schicht. Die erstere setzt sich von der Atrialöffnung auf die Wände des Körpers fort, in der einen Richtung bis auf die Höhe des Peripharyngealbandes, in der zweiten bis an eine mit dem Endostyl parallele Linie und in einer dritten bis an die Eingeweide (Darm- und Geschlechtsorgane). Von diesen verschiedenen Linien schlägt sie sich auf den Kiemensack über, dessen Aussenwand sie bildet. An den Rändern der Stigmen hängt sie mit dem Endoderm des Schlundes und an der Mündung des Rectums mit dem Endoderm des Enddarmes zusammen. Die Atrialmembran bildet also einen zweilappigen Sack, dessen Lappen sich jederseits neben dem Schlunde hinziehen, und der durch die Atrialöffnung nach aussen mündet; derselbe steht durch die Stigmen mit dem Innern des Kiemensackes in Zusammenhang, und nimmt aus den After- und Geschlechtsöffnungen den Koth und die Geschlechtsstoffe auf. Der Strom, welcher in die Mundöffnung ein- und aus der Atrialöffnung austritt, wird durch die Wimpern der Stigmen unterhalten.

Das Atrium der höheren *Ascidien* unterscheidet sich von demjenigen der *Appendicularien* nicht nur durch seinen Umfang, sondern darin, dass es einfach und nicht doppelt ist; ferner darin, dass seine einzige Oeffnung an der Neuralseite des Körpers nahe am Ganglion liegt, während die Atrialtrichter von *Appendicularia* an der Hämalseite des Körpers münden. Aus der Entwicklung der höheren *Tunicaten* geht jedoch hervor, dass die Eigenthümlichkeiten

des Atriums bei ihnen nur secundären Ursprunges sind, indem Anfangs zwei gesonderte Atrien wie bei *Appendicularia* vorhanden sind.

Die Oesophagusöffnung ist gewöhnlich von einer aufgeworfenen Lippe umgeben, und der weite, kurze Oesophagus führt in einen erweiterten Magen, von dem ein kürzerer oder längerer Enddarm entspringt. Der Darmcanal ist immer in der Weise um sich selbst gewunden, dass der After an der Neuralseite des Körpers, in die Atrialkammer, mündet

Bei *Clavellina*, *Amauroecium*, *Didemnum*, *Syntethys* und den meisten zusammengesetzten Ascidien liegt der grössere Theil des Darmcanales ganz ausserhalb des Kiemensackes, in einer hintern. wol als Abdomen bezeichneten Verlängerung des Körpers, welche oft länger ist als der übrige Körper. Der Darmcanal bildet dann eine lange Schleife, und die Richtung der Achse des Kiemensackes wird von derjenigen der Speiseröhre, des Magens und der ersten Hälfte des Enddarmes fortgesetzt. Bei den *Botrylliden* biegt jedoch der Magen rechtwinklig von der Speiseröhre ab, wie bei *Appendicularia*; der Enddarm wendet sich fast unmittelbar nach vorn, biegt dann scharf um und zieht parallel mit dem hintern Theile des Kiemensackes, an dessen einer Seite er in das Atrium mündet, nach vorn.

Eine ähnliche Anordnung besteht bei *Perophora*; allein der Kiemensack zieht sich eine Strecke weit neben dem Magen hin. Bei den solitären Ascidien liegt der Magen manchmal ganz hinter dem Kiemensacke (*Pelonaia*, einige *Phallusia*-Arten); gewöhnlich aber erstreckt sich der Kiemensack so weit nach hinten, dass der ganze Darmcanal an einer, meistens der rechten, Seite desselben liegt. Bei *Phallusia monachus* ist das Hinterende des Kiemensackes umgebogen, und die Oesophagusöffnung sieht nicht nach vorn gegen den Mund, sondern nach hinten gegen den Grund des Sackes.

Bei vielen Ascidien ragt eine starke Falte des Endoderms in das Innere des Darmes hinein, wie bei Lamellibranchien und beim Regenwurm, wo eine solche Falte die sogenannte *Typhlosolis* bildet.

Bei den pelagischen Tunicaten, *Salpa*, *Pyrosoma* und *Doliolum* habe ich ein System von feinen Röhrchen[1]) gefunden, die sich am

1) Savigny scheint dies Organ zuerst gesehen zu haben, wie aus seiner Beschreibung von *Diazona* (»Mémoires sur les animaux sans vertèbres«, p. 176) und aus der Erklärung seiner Tafel 12 hervorgeht. Lister erwähnt und bildet es ab bei *Perophora* (Philosophical Transactions, 1834).

Darme erzeugen und schliesslich zu einem Gange sammeln, der in den Magen mündet. Ein Apparat derselben Art existirt bei *Phallusia, Cynthia, Molgula, Perophora, Botryllus, Botrylloides, Clavellina, Aplidium* und *Didemnum*[1], und ich zweifle kaum daran, dass es eine Leber ist. Bei einigen *Cynthien* findet sich jedoch eine folliculäre Leber vom gewöhnlichen Charakter, die mit mehreren Ausführungsgängen in den Magen mündet.

Bei einigen *Phallusien* ist der Darmcanal von einem sehr eigenthümlichen Gewebe überzogen, das aus zahllosen kugligen Säckchen mit einer gelben concrementartigen Masse besteht. Bei *Molgula* (und bei *Ascidia vitrea*, VAN BENEDEN) liegt ein ovaler Sack mit Concrementen nahe bei der Geschlechtsdrüse an einer Seite des Körpers. Da diese Concremente, wie KUPFFER[2]) nachgewiesen hat, Harnsäure enthalten, so ist das Organ wol als ein Harnorgan zu betrachten. LACAZE-DUTHIERS[3]) nennt diesen Sack ein »BOJANUSsches Organ«; allein, wie er zugiebt, ist keine Oeffnung daran zu finden, und es würde daher wol richtiger sein, ihn als den Vertreter des Drüsentheiles des BOJANUSschen Organes zu betrachten.[4])

Das Herz ist ein an beiden Enden offner, dicht beim Magen und am Hinterende des Kiemensackes gelegener Sack. Nach einer Anzahl von Contractionen in einer Richtung hält es an und contrahirt sich ebenso oft in der umgekehrten Richtung. Die Circulation wechselt also mit grosser Regelmässigkeit. Das Blut ist eine klare Flüssigkeit mit farblosen Körperchen.

Die Athmung erfolgt in den Wandungen des Kiemensackes, durch welche das Blut strömt. Lufthaltiges Wasser wird durch die bereits erwähnten Ströme herbeigeschafft, welche also der Nahrungszufuhr, dem Athmungsprocesse, der Entleerung der verbrauchten Stoffe sowie der Austreibung der Geschlechtsproducte dienen.

---

1) Reports of the British Association, 1852. HANCOCK, »On the anatomy and physiology of the *Tunicata*.« — Journal of the Linnean Society, London, vol. IX. Die Entwicklung dieser Röhrchen aus dem Magen wurde von KROHN bei *Phallusia* und von mir bei *Pyrosoma* verfolgt.

2) KUPFFER, »Zur Entwicklung der einfachen Ascidien.« — Archiv f. mikr. Anatomie, 1872.

3) LACAZE-DUTHIERS, »Les Ascidies simples des côtes de la France — Archives de Zoologie expérimentale, 1874. LACAZE-DUTHIERS hat durch Erwärmung dieser Substanz mit Salpetersäure Murexid erhalten.

4) Es besteht grosse Aehnlichkeit zwischen den Zellen, aus denen dies Organ besteht, und denen, welche die Urnieren bei den *Pulmonaten* bilden.

Der Mantel, welcher den Körper umschliesst, hängt manchmal fest an der Oberfläche des Ektoderms, bisweilen aber ist er auch nur an der Mund- und der Atrialöffnung oder durch Verlängerungen des Körpers damit verbunden. Hinsichtlich seiner Festigkeit verhält er sich sehr verschieden: bald ist er weich und gallertig, bald dicht und hart wie Knorpel, bald zäh wie fibröses Gewebe. In einigen Fällen ist die Aussenseite des Mantels mit hornigen Stacheln, Höckern oder selbst mit regelmässig angeordneten Platten (*Chelyosoma*) bedeckt. Was die Textur des Mantels angeht, so kann er blos aus einer homogenen Grundsubstanz mit eingestreuten, Bindegewebskörpern ähnlichen Zellen bestehen oder ähnlich wie Knorpel (*Phallusia*) oder fibröses Gewebe beschaffen sein. In den meisten Fällen ist er gefässlos; bisweilen treten jedoch schlauchförmige, durch eine mittlere Scheidewand getrennte bluthaltige Verlängerungen des Ektoderms an einer Stelle in ihn ein und verzweigen sich dann darin.

Bei *Chevreulius*, LACAZE-DUTHIERS[1]), ist der Mantel etwa wie eine Schnupftabacksdose mit einem beweglichen Deckel gestaltet. Es ist jedoch kein Gelenk vorhannen, sondern der Deckel geht an der Verbindungsstelle in den übrigen Mantel über. Infolge der Elasticität dieses Theiles steht der Deckel offen, wenn er nicht durch zwei Schliessmuskeln, welche sich an ihn ansetzen, geschlossen wird.

Die Geschlechter sind in einem Individuum vereinigt. Gewöhnlich hat der Hode wie der Eierstock die Gestalt von verästelten Drüsen, welche in der Schlinge des Enddarmes liegen oder dahinter, wenn das »Abdomen« lang ist. Ihre Ausführungsgänge verlaufen parallel mit einander, um nahe zusammen neben dem After zu münden. Bei vielen einfachen Ascidien jedoch liegen die Fortpflanzungsorgane in den Seitenwänden der Atrialhöhle, und ihre Ausführungsgänge sind vom After weit entfernt. Ferner können zahlreiche gesonderte Geschlechtsdrüsen vorhanden sein.

Bei manchen Gattungen, z. B. *Phallusia*, wird jedes Ei von einer durch Verwachsung der Epithelzellen des Eierstockes gebildeten Eikapsel umschlossen, und diese Zellen können zu Fortsätzen auswachsen, welche dem fertigen Ei ein sternförmiges Aussehen verleihen.

---

1) Annales des Sciences naturelles, 1865.

Es findet totale Dottertheilung statt, und die Morula stülpt sich ein (Fig. 169, I, II). Darauf tritt eine Längseinsenkung des Epiblasts auf, welche sich von der Einstülpungsöffnung nach vorn erstreckt, sich vertieft und eine Einstülpung erzeugt, deren Ränder sich vereinigen und so einen röhrenförmigen Abschnitt des Epiblasts abschnüren. Dies ist die Anlage des Ganglions (Fig. 169, III). Die Einstülpungsöffnung schliesst sich, und aus einem Auswuchs des Körpers entsteht der Schwanzanhang, in den sich das durch Verwachsung gewisser Hypoblastzellen gebildete Urochord hinein erstreckt (Fig. 169, IV). Der Hypoblastsack zerfällt in seinen Kiemen-, Speiseröhren-, Magen- und Enddarm-Abschnitt, und der Mund bildet sich durch Durchbruch einer Stelle, an welcher Hypoblast und Epiblast zusammenhängen (Fig. 169, VI). Die Atrialhöhle entsteht aus zwei Ektodermeinstülpungen, welche sich nach innen ziehen und an die seitlichen und neuralen Wände des Kiemensackes anlegen (Fig. 169, VI). Ihre ursprünglich getrennten Oeffnungen verschmelzen schliesslich zu einer.[1] Die so gebildete Atrialtunica und die Wände des Kiemensackes verwachsen und erhalten Durchbrechungen: so entstehen die Stigmen.

---

1) Im Jahre 1852 entdeckte KROHN die Thatsache, dass die Larve von *Phallusia* zwei gesonderte, symmetrisch gestellte Oeffnungen besitzt, durch welche die ursprünglich getrennten Atrien nach aussen munden, und die beiden schliesslich zu dem einzigen Atrium des ausgebildeten Thieres verschmelzen. KOWALEVSKY, FOL und spätere Beobachter stimmen darin mit KROHN überein, dass diese Oeffnungen und die Atrialsäcke sich durch zwei Ektodermeinstülpungen bilden, welche sich an die Seiten des Schlundes anlegen und an den Stellen mit demselben verwachsen, welche von den Stigmen durchbrochen werden; von diesen sind bei *Phallusia* an jeder Seite zuerst nur zwei vorhanden. Sind diese Angaben über den Ursprung des Atriums richtig, so ist die Atrialmembran offenbar ein Theil des Ektoderms und der Hohlraum des Atriums der Mantelhöhle eines Mollusks analog.

Andrerseits stimmen METSCHNIKOFF und KOWALEVSKY darin überein, dass bei den Knospen von *Botryllus* und andern Ascidien, welche sich durch Knospung vermehren, die beiden ursprünglich gesonderten Atrialhöhlen Theile des Darmcanales seien, welche sich von demselben abschnüren und erst später nach aussen münden. METSCHNIKOFF (»Entwicklungsgeschichtliche Beiträge«. — Bulletin de l'Académie de St. Pétersbourg, t. XIII) vergleicht daher das Atrium dem Enterocoel der Echinodermen. Erneute, besonders auf diesen Punkt, der von hochster morphologischer Wichtigkeit ist, gerichtete Beobachtungen sind sehr nothwendig. Ist die Atrialhöhle wirklich ein Enterocoel, so dürfte sie der Perivisceralhöhle der Brachiopoden entsprechen, deren Pseudoherzen die ursprünglichen Atrialöffnungen sein würden

Fig. 169. — *Phallusia mammillata.* — **Verschiedene Entwicklungsstadien der Larve.** (Nach KOWALEVSKI).[1])

I. Die blasenförmige Morula, abgeflacht und im Begriffe, sich einzustülpen; *fh.* Blastocoel. Die grossen Blastomeren bilden das Hypoblast, die kleinen das Epiblast.

II. Die Gastrula mit dem Blastoporus oder der Einstülpungsöffnung, *eo*; *ch.* die Blastomeren, welche die Anlage des Urochords bilden; *dd.* die übrigen Blastomeren des Hypoblasts.

III. Ein weiter vorgeschrittener Embryo: *ch*, *dd.* wie oben. *c.* Epiblast; *n.* Nervenschicht d. Neuralhöhle, welche jetzt nur vorn nahe bei *ch* offen ist.

IV. Ein Embryo mit gesondertem Schwanzanhange. Das Nervenrohr *n.* ist geschlossen, und die Muskelzellen, *m*, sind zu erkennen.

V. Der Körper einer Larve, wie sie aus dem Ei schlüpft: *a.* Auge; *gb.* sackförmiges Vorderende des Centralnervenapparates, in das der Otolith hineinragt; *Rg*, *Rm.* röhrenförmige Verlängerung desselben nach hinten; *Chs.* Zellen des Urochords; *o.* Mund; *kl.* Atrialöffnung; *f.* Oeffnung des Vorderendes des Centralnervenapparates, durch die derselbe mit der Darmhöhle in Verbindung steht; *d.* Anfang der Speiseröhre und des Magens; *b.* Blutkörperchen; *hp.* Papillen, mit denen die Larve sich festsetzt.

VI. Der Körper und der Anfang des Schwanzanhanges einer freien, zwei Tage alten Larve. *en.* Endostyl; *ks.* Kiemensack; 1 *ks*, 2 *ks.* Kiemenstigmen; *bb.* Eingang in den Blutsinus zwischen denselben; *d.* Enddarm; *b.* Blutkörperchen; *klm.* Atrialöffnung.

---

1) KOWALEVSKI, »Weitere Studien über die Entwicklung der einfachen Ascidien«. — Arch. f. mikr. Anatomie, 1871.

Der Mantel scheint zuerst ein Secret des Epiblasts zu sein und seine zelligen Elemente durch Einwanderung von Epiblastzellen in seine Substanz zu erhalten.

Bei *Molgula tubulosa* werden nach den Beobachtungen von KUPFFER und LACAZE-DUTHIERS die befruchteten Eier aus der Atrialhöhle ausgeworfen und setzen sich fast unmittelbar an der Oberfläche des Gegenstandes fest, auf den sie fallen. Dort findet dann die Furchung statt, und nachdem sich vier fast gleiche Blastomeren gebildet haben, entwickeln sich an der einen Seite derselben viel kleinere und vermehren sich, bis sie eine Blastodermschicht um die grösseren, sich langsamer theilenden Blastomeren bilden. Der Darmcanal bildet sich durch Einstülpung. Die Embryonen verlassen das Ei als ovale Körper, welche beträchtlicher, aber langsamer Gestaltsveränderungen fähig sind und jedes Schwanzanhanges entbehren. Jeder Embryo umgiebt sich rasch mit einem durchsichtigen Mantel, schickt mehrere röhrenförmige Ektodermfortsätze aus und geht schliesslich in den ausgebildeten Zustand über. Obwohl sich kein Schwanz entwickelt, sieht man an der Stelle, welche die Ueberreste dieses Anhanges nach der rückschreitenden Metamorphose bei den Ascidien mit geschwänzten Larven einnehmen, eine Zellenmasse. Die Atrialhöhle ist in ihrer ersten Anlage unpaarig, und Larven-Sinnesorgane entwickeln sich nicht.

Bei den zusammengesetzten oder geselligen *Tunicaten* gehen viele Ascidiozooiden, welche durch einen gemeinsamen Mantel zu einem *Ascidiarium* verbunden sind, durch Knospung aus einer einzelnen metamorphosirten Larve hervor.

Manchmal, so bei *Clavellina* und *Perophora*, erzeugen die Mutterascidiozooiden kriechende Stolonen, von denen von Strecke zu Strecke Aeste abgehen, welche neue Ascidiozooiden entwickeln. Häufiger jedoch ist das Ascidiarium massig, und die Ascidiozooiden bleiben nicht dauernd in Zusammenhang mit einander. Bei den *Botrylliden* sind die Zooiden wirtelförmig um einen gemeinsamen centralen Hohlraum, eine *Kloake*, angeordnet, in welchen die Atrien sämmtlicher Glieder des Wirtels münden. Bei *Pyrosoma*, das eine Art von schwimmendem *Botryllus* ist, ist der Knospungsvorgang höchst lehrreich und liefert ein Beispiel, wie die Knospung bei den *Tunicaten* im Allgemeinen stattfindet.[1])

---

1) HUXLEY, »Anatomy and development of *Pyrosoma*« — Transactions of

Das Ascidiarium von *Pyrosoma* (Fig. 170, I) hat die Gestalt eines an einem Ende abgerundeten und geschlossenen, am andern abgestutzten und offnen, von einer festen durchsichtigen Masse gebildeten Hohlcylinders, in welchem die Zooiden wirtelförmig angeordnet sind. Die Mundöffnungen derselben liegen an der Aussenfläche, die Atrialöffnungen an der Innenfläche des Cylinders. Die Hämalseite jedes Zooids ist gegen das geschlossene Ende des Cylinders gerichtet. Der Kiemensack ist wie gewöhnlich gebaut, und jedes Zooid besitzt einen Hoden und einen Eisack mit einem einzigen Ei.

Jedes Zooid vermehrt sich durch Knospung von einer Stelle des Körpers aus, welche unmittelbar hinter dem Ende des Endostyls liegt. In der Nähe des Herzens, an einem kurzen blindgeschlossenen Fortsatze des Endoderms, welcher das Ende des Endostyls bildet und den ich den »Endostylkegel« genannt habe, befindet sich eine Zellenmasse — die Ueberreste jener Masse von indifferentem Gewebe, welche ich das *Fortpflanzungsblastem* (»*generative blastema*« genannt habe, und aus dem sich die Fortpflanzungsorgane der gemmiparen Zooiden entwickelt haben (Fig. 170, II). Der Endostylkegel verlängert sich, krümmt sich gegen die Hämalseite des Körpers und legt sich dicht an das Ektoderm an (Fig. 170, III). Letzteres wächst zu einer kegelförmigen Erhebung aus, welche in die umgebende Substanz des Mantels hineinragt und eine Masse von Mesoblastzellen enthält, von denen eine (*u'*) bereits die Form eines Eies angenommen hat und von einem rudimentären Eisack umgeben ist. Die kegelförmige Knospe verlängert sich nun und verbreitert sich an ihrem Ende, und der verbreiterte Abschnitt nimmt allmählich die Gestalt eines durch einen engen Hals oder Stiel mit dem Stammthiere verbundenen neuen Zooids an (Fig. 170, IV). Aus dem Endostylkegel geht der ganze Darmcanal der Knospe hervor, während sich das Ektoderm der Letztern von dem Ektoderm und ihr Eisack sowie ihr Hode von den Mesoblastzellen des Stammthieres herleitet. Die Organe der Knospe sind also sämmtlich die Erzeugnisse der entsprechenden Theile oder der ursprünglichen Schichten des Keimes, von denen sie auch beim Mutterthiere abstammten.[1]

---

the Linnean Society, 1860. Kowalevsky, »Ueber die Entwicklungsgeschichte der Pyrosomen.« — Archiv f. mikr. Anatomie, 1875.

1) In meiner zweiten Abhandlung über *Pyrosoma* (Transactions of the Linnean Society, vol. XXIII, p. 211) habe ich gesagt:

Nachdem diese endständige Knospe gebildet ist, entwickelt sich gewöhnlich eine zweite unmittelbar darunter (Fig. 170, VI) durch das Wachsthum des Ektoderms, der Endodermachse und der Mesoblastzellen des Stieles, und dieser Vorgang scheint sich häufig zu wiederholen. Die ausgebildeten Knospen lösen sich ab und rücken zwischen die anderen Zooiden im Mantel, um dort den Knospungsvorgang zu wiederholen.

Aus den Beobachtungen von Krohn, Metschnikoff und Kowalevsky hat sich ergeben, dass bei den Ascidien im Allgemeinen zwei Bestandtheile an der Bildung der Knospen theilnehmen, erstens eine äussere, aus dem Ektoderm der Knospungsstelle bestehende Schicht und zweitens eine innere, vom Endoderm des Kiemensackes (*Perophora*) oder, so bei *Botryllus* nach Metschnikoff, von der Atrialtunica herstammende Schicht.[1]) Dazu muss ein dritter Bestandtheil kommen, welcher von dem indifferenten Gewebe stammt, aus dem sich die Fortpflanzungsorgane des Stammthieres entwickelt haben.

»Die Knospung erfolgt bei *Pyrosoma* nicht wie bei so vielen niederen Thieren (z. B. bei den *Hydrozoen* und *Polyzoen*, oder bei *Salpa* und *Clavellina* unter den Ascidien) durch Hervorwachsen eines Fortsatzes der Körperwand, dessen ursprünglich ganz indifferente Wände sich zu den Organen der Knospe differenziren; sondern man unterscheidet vom ersten Anfange an mehrere von ebenso vielen verschiedenen Theilen des Mutterorganismus herrührende Bestandtheile darin, und jeder Bestandtheil ist die Quelle gewisser Theile des neuen Wesens und nur ihrer allein. So erzeugt die Körperwand oder die äussere Tunica des Mutterthieres die äussere Tunica der Knospe, während ein Fortsatz des Endostylkegels des Mutterthieres sich in den Darmtractus der Knospe verwandelt und die Fortpflanzungsorgane derselben von einem Theile desjenigen Gewebes geliefert werden, aus dem die Fortpflanzungsorgane des Mutterthieres ihren Ursprung genommen haben.«

Wie wir sehen werden, haben neuere Untersuchungen ergeben, dass der ganze Knospungsprocess bei der grossen Mehrzahl der *Tunicaten*, jedenfalls die ersten Stufen dieses Vorganges bei *Salpa*, wesentlich denen von *Pyrosoma* ähnlich sind, und es bleibt noch zu sehen, ob bei anderen Ascidien irgendwelche Abweichungen vorkommen. Und selbst was die *Hydrozoen* angeht, ist der Ausdruck, die Wände der Knospe seien zuerst »ganz indifferent« gebaut, nicht ganz zutreffend, da sie aus einer Ektoderm- und einer Endodermschicht bestehen, welche mit denen des Mutterthieres zusammenhängen und homologe Organe erzeugen.

1) Wenn, wie es nach einigen Beobachtungen der Fall zu sein scheint, die Atrialtunica selbst ein Divertikel des ursprünglichen Endoderms ist, so würde dieser Fall keine Ausnahme von dem allgemeinen Knospungsgesetze der *Tunicaten* bilden.

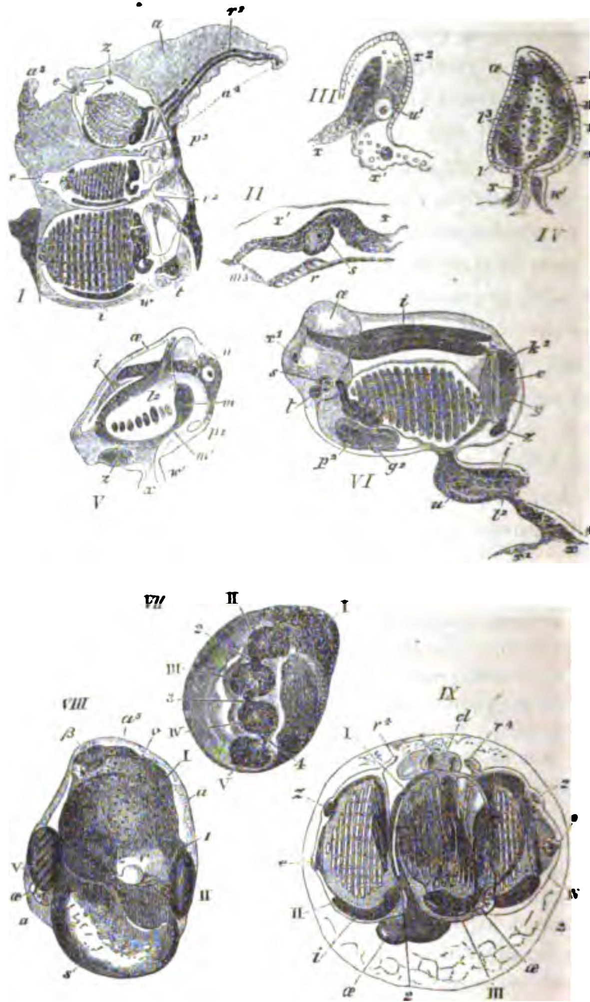


Fig. 170. — *Pyrosoma giganteum.*

I. Ein Verticalschnitt durch die Wand des Ascidiariums in der Nähe der Kloakenöffnung, die Lippe treffend.

II. Das jüngste Stadium der Knospe vor der Ektodermerhebung,

III, IV, V. Weitere Entwicklungsstadien einer Knospe.

VI. Eine ausgebildete Knospe mit einem sich im Stiele derselben entwickelnden zweiten Ascidiozooid.

VII. Ein Fötus mit dem in fünf Segmente zerfallenen Blastoderm; das grösste ist das Cyathozooid (I).

VIII. Ein Fötus, dessen Ascidiozooiden die Basis des Cyathozooids halb umschliessen.

IX. Fötus aus dem weitest entwickelten beobachteten Stadium.

Die Buchstaben haben in allen Figuren die gleiche Bedeutung. *a.* Mantel; *a*³. Lippenfortsatz; *a*⁴. Lippe der Kloakenöffnung; *a*⁵. Zellen des Mantels des Embryos; *e.* Mundöffnung; *f.* Atrialöffnung; *i.* Endostyl; *l*², *l*³. Kiemensack und Stigmen; *r.* Herz; *r*². Stolonen des ausgebildeten Ascidiariums; *r*⁴. Stolonen des embryonalen Ascidiariums; *s.* Eisack; *t.* Hode; [illegible] Ei; *w.* Stiel einer Knospe; *x.* Darmtheil des Endoderms, der in eine Knospe übergeht; *x*¹. Fortpflanzungstheil desselben; *x*². das in die Knospe übergehende Ektoderm; *oe.* Elaeoblast; *s.* Ganglion. I, II, III, IV, V. Segmente des Blastoderms: I. Cyathozooid; II—V. Ascidiozooiden; B. Mund des Cyathozooids.

Bei *Amauroecium proliferum* findet die ungeschlechtliche Vermehrung statt, wenn die Larve sich festgesetzt hat und zu einer solitären Ascidie herangewachsen ist. Das lange Postabdomen (wie man die Verlängerung des Abdomens hinter dem Darmcanale nennt) trennt sich vom Körper, indem es das Herz mit sich nimmt, und zerfällt in eine Anzahl von Segmenten, welche bis an die Spitze des Mantels des Stammthieres emporwachsen, sich um dasselbe anordnen und in selbständige Zooiden verwandeln. Das Mutterthier bildet sich ein neues Herz und ein neues Postabdomen. Derselbe Vorgang scheint sich im Postabdomen der neuen Zooiden zu wiederholen. Das Postabdomen ist ein Fortsatz des Ektoderms, dessen Innenraum durch eine Scheidewand in zwei viele Fettzellen enthaltende Kammern getheilt ist. Die Scheidewand selbst umschliesst einen Hohlraum, wohl ohne Zweifel eine Verlängerung des Schlundsackes. Wenn sich die Segmente des Postabdomens entwickeln, so erweitert sich der Hohlraum im vordern Ende der Scheidewand und zerfällt, wie bei *Didemnum*, in drei Kammern; davon wird die mediane zum Kiemensack, die beiden seitlichen zu den Atrialkammern. Der Rest bleibt Scheidewand des Postabdomens des Fötus, und sein Hohlraum steht Anfangs zwischen dem Endostyl und der Oesophagusöffnung mit dem Kiemensacke in Verbindung.

KOWALEVSKY[1]) hat bei *Didemnum styliferum* die Bildung von Knospen aus freien Zellenballen im gemeinschaftlichen Mantel beobachtet; woher diese Ballen stammen, ist unbestimmt. Sie vermehren sich durch Theilung, nachdem die Anlagen der Darmhöhle und der Fortpflanzungsorgane aufgetreten sind. Die Darmhöhle entsendet einen Fortsatz, aus dem sich der Oesophagus, der Magen und der Enddarm entwickeln, und zerfällt dann durch Längsscheidewände in drei Kammern, eine mediane und zwei laterale. Aus den Letzteren gehen die seitlichen Kammern des Atriums hervor, welche später zu einer an der Neuralseite des Körpers gelegenen verschmelzen und schliesslich durch eine mediane Atrialöffnung nach aussen münden.

GEGENBAUR[2]) hat die Ablösung der Eier einer *Didemnum*-Art in die Substanz des gemeinsamen Mantels beobachtet; dort entwickeln

1) A. KOWALEVSKY, »Ueber die Knospung der Ascidien«. — Archiv f. mikr. Anatomie, 1874.

2) GEGENBAUR, »Ueber *Didemnum gelatinosum*«. — Archiv für Anatomie u. Physiologie, 1862.

sie sich zu geschwänzten, mit einem Auge ausgestatteten Larven. Ehe noch die Entwicklung der Larve ganz beendet ist, bildet sich aus ihr ein Zooid, so dass es eine Zeitlang aussieht, als besässe der Embryo zwei Kiemensäcke.

Metschnikoff [1]) und Krohn [2]) haben gezeigt, dass die geschwänzten Larven von *Botryllus* nicht zusammengesetzt sind, wie Savigny und Sars meinten, sondern dass die von diesen Beobachtern für Knospen gehaltenen Körper nur Divertikel des Ektoderms sind und sich in die Gefässfortsätze verwandeln, welche den gemeinsamen Mantel durchziehen und gewöhnlich mit Erweiterungen enden. Beim ausgebildeten Thiere entwickeln sich ein oder zwei Knospen zur Zeit an den Seiten des Körpers und bestehen aus einer äussern, vom Ektoderm abgeleiteten und aus einer innern Schicht, welche nach Metschnikoff von der Atrialtunica herstammt. Aus der Innenschicht geht der Darmcanal der Knospe hervor, und zwischen der innern und äussern Schicht treten die Anlagen der Geschlechtsorgane auf. Die Eierstöcke schreiten in der Entwickelung viel rascher vor als die Hoden. Die so gebildeten Zooiden rücken, indem sie wachsen, bis an die Oberfläche vor und treten an die Stelle derjenigen, von denen sie herstammen, und welche absterben. Die Eier werden von aussen befruchtet und durchlaufen ihre Entwicklung im Atrium des Mutterthieres. Erst später erreichen die Hoden ihre volle Entwicklung, und gleichzeitig bilden sich die Knospen, aus denen eine dritte Generation hervorgeht, welche an die Stelle der zweiten tritt.

Nachdem die Larve (welche wir A nennen wollen) sich festgesetzt hat, sind die ersten Zooiden, welche sich entwickeln, ungeschlechtlich. Die erste Knospe entsteht an der rechten Seite des Körpers der Larve A in der Nähe des Herzens; im Verhältniss, wie sie wächst, schrumpft das Mutterthier ein, und das so gebildete Zooid B tritt an seine Stelle. Nun entwickeln sich von B zwei Knospen, eine rechte und eine linke (C, C), während B verschwindet. Die beiden Zooiden C, C sind so gestellt, dass ihre Atrialenden nahe aneinander liegen, ihre Mundenden dagegen von einander abgewandt

1) E. Metschnikoff, »Entwicklungsgeschichtliche Beiträge.« — Bulletin de l'Académie de St. Pétersbourg, t. XIII. 1868.

2) Krohn, »Ueber die Fortpflanzungsverhältnisse bei den *Botrylliden*.« — Archiv für Naturgeschichte, 1869. »Ueber die früheste Bildung der Botryllenstöcke.« — Ebenda.

sind. Jedes von diesen entwickelt sodann zwei seitliche Knospen, aus denen vier Zooiden D, D, D, D werden. Die Zooiden C, C verschwinden wie zuvor, und ihre Nachfolger ordnen sich in einem Kreise an. Jedes von ihnen entwickelt zwei oder manchmal drei Seitenknospen; diese wachsen zu Zooiden heran, welche an die Stelle ihrer Vorgänger treten, und ihrerseits von ihren Nachfolgern ersetzt werden.

Jedes neue System der späteren Folgen ist Anfangs ohne gemeinsame Kloake, und die Zooiden, aus denen ein solches System besteht, können sich in einem oder mehreren Kreisen anordnen, von denen jeder dann seine Kloake erhält.

Bei *Botryllus* dient also das Ascidiozooid, das aus der Metamorphose der geschwänzten Larve hervorgeht, blos als eine Art Stock, von dem die übrigen Zooiden, welche das Ascidiarium aufbauen, entspringen, und dies führt zu dem noch eigenthümlichern Entwicklungsvorgange bei *Pyrosoma*, wo der sich zuerst bildende Embryo nur eine unvollständige Entwicklung erlangt und verschwindet, nachdem er vier Ascidiozooiden erzeugt hat.

Bei *Pyrosoma* sitzt der Eisack mit einem kurzen Eileiter an der Wand des Atriums, in den derselbe schliesslich mündet, so dass von dort Spermatozoen eindringen können.

Von dem Dottertheilungsvorgange konnte ich an meinen Exemplaren, welche in Spiritus conservirt waren, Nichts sehen; seither ist derselbe jedoch von KOWALEVSKY[1]), der ihn dem Vorgange bei Knochenfischen vergleicht, an frischen Thieren verfolgt worden. Das Ergebniss ist die Bildung eines länglichen abgeplatteten Blastoderms, das den einen Pol des Eies einnimmt und sich in ein von mir als *Cyathozooid* bezeichnetes Gebilde verwandelt, eine Art von rudimentärer Ascidie, wie KOWALEVSKY gezeigt hat (Fig. 170, VIII). Von diesem geht eine Verlängerung oder ein »Keimstock«, *Stolo*, aus, der durch seitliche Einschnürungen in vier Abschnitte zerfällt, deren jeder ein vollständiges Ascidiozooid liefert. Während diese an Grösse zunehmen, ordnen sie sich um das Cyathozooid herum, mit ihren Mundöffnungen nach aussen und den Kloakenöffnungen nach innen, und legen so den Grund zu einem neuen Ascidiarium (Fig. 170, VIII). Schliesslich verschwindet das Cyathozooid, und seine Stelle nimmt

1) KOWALEVSKY, »Ueber die Entwicklungsgeschichte der *Pyrosomen*.« — Archiv f. mikr. Anatomie, 1875.

die centrale Kloakenhöhle ein (Fig. 170, IX). Bei *Pyrosoma* verkümmert also das gewöhnliche Ausgangsstadium einer Ascidie — die geschwänzte Larve — und dient nur dazu, durch die Knospen, welche sich aus ihr entwickeln, die Colonie zu gründen.

Bei der pelagischen Gattung *Doliolum*[1]) besteht der Lebenskreis der Art aus gesonderten geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Formen. Aus dem von der geschlechtlichen Form (A) erzeugten Ei[2] geht eine geschwänzte Larve hervor, welche in die erste ungeschlechtliche Form übergeht (B), und diese bildet an der Neuralseite des Körpers einen Auswuchs oder Stolo, aus dem sich Knospen entwickeln. Die Knospen sind in drei Reihen angeordnet, zwei lateralen und einer medianen, und wachsen zu Zooiden von zwei verschiedenen Formen aus, von denen die medianen mit C *m*, die lateralen mit C *l* bezeichnet werden mögen. Alle diese Zooiden lösen sich ab und schwimmen als selbständige Organismen umher. Was aus den Lateralzooiden (C *l*) wird, ist unbekannt. Die medianen Zooiden aber erzeugen an der Hämalseite ihres Körpers einen Stolo, an dem sich Knospen entwickeln, welche in die geschlechtliche Form (A) übergehen.

Das geschlechtliche Zooid (A) (Fig. 171) hat die Geltalt eines an beiden Enden offnen Fasses; die Oeffnungen sind die Mund- und die Kloakenöffnung. Nach Keferstein und Ehlers ist kein Mantel vorhanden, sondern die Aussenwand des Körpers wird wie bei den meisten *Appendicularien* vom Ektoderm gebildet. Acht Muskelbänder laufen um den Körper herum und treiben durch ihre Contractionen das Wasser aus dem Mund- oder aus dem Kloakenende aus. Der Körper wird also entweder vorwärts oder rückwärts getrieben. Der Kiemensack ist sehr vereinfacht. Bei *Doliolum Mülleri* erstreckt sich die Atrialhöhle nicht weiter nach vorn als das Hinterende des weiten Schlundes, und dieser ist nur von zwei Reihen von je vier oder fünf Stigmen durchbrochen. Bei *Doliolum denticulatum* (Fig. 171) dagegen erstreckt sich die Atrialhöhle sowohl an der Neural- wie an der Hämalseite zu den Seiten des Schlundes hin, und die Stigmen sind zahlreich und senkrecht verlängert.

1) Huxley, »Remarks upon *Appendicularia* and *Doliolum*.« — Philosophical Transactions, 1851. Krohn, »Ueber die Gattung *Doliolum*.« — Archiv f. Naturgeschichte, 1852. Gegenbaur, »Ueber den Entwickelungscyclus von *Doliolum*.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. VII. S. 283.

2) Keferstein und Ehlers, »Zoologische Beiträge«, 1861.

Eine Oeffnung in der Mittellinie der Hämalfläche des Schlundes führt durch eine kurze Speiseröhre in einen erweiterten Magen, aus dem ein dünner Enddarm hervorgeht, um in der Atrialhöhle zu enden. Das Ganglion liegt bei *D. denticulatum* im dritten Intermuscularraume. Bei der geschlechtlichen Form ist ein Wimpersack, aber kein Gehörorgan vorhanden. Der Hode ist ein langer Schlauch (Fig. 171, *p*, *p'*), der an einer Seite der Hämalfläche des Körpers



Fig. 171. — *Doliolum denticulatum.* — *a.* Ganglion; *c.* Endostyl; *d.* Mundöffnung; *g.* Oesophagus; *i.* Magen; *l.* Enddarm; *p, p'.* Penis; *r.* Herz; *t, t.* Muskeln.

liegt und auf einer Papille in das Atrium mündet. Das kleine, rundliche, nahe am Hinterende des Hodens gelegene Ovarium enthält viele Eier. Nach Keferstein und Ehlers scheinen die Eier und Spermatozoen oft zu gleicher Zeit reif zu werden.

Die erste ungeschlechtliche Form (B) hat in der allgemeinen Gestalt Aehnlichkeit mit A, besitzt aber neun Muskelringe. Der lange Stolo, welcher im Wasser nachschleift, sitzt am siebenten Intermuscularraume in der Mitte der Neuralfläche des Körpers. Die Stigmen sind wie bei der Form A von *Doliolum Mülleri* angeordnet, und einer der vorderen seitlichen Nerven endigt in einem Otolithenbläschen. Dasselbe ist kuglig und enthält einen einzigen Otolithen.

Die aus den Lateralknospen des Stolos hervorgehenden Zooiden (C *l*) besitzen eine weite Mundöffnung, und der Körper ist etwa wie die Höhlung eines Löffels gestaltet. Sie besitzen weder Gehör- noch Geschlechtsorgane; auch hat man nicht beobachtet, dass sie Knospen erzeugen. Die medianen Zooiden (C *m*) ähneln sehr den geschlechtlichen Zooiden. Der Stiel, mit dem jedes festsitzt, und der sich in der Mittellinie der Hämalseite im sechsten Intermuscularraume inserirt, bleibt als ein Vorsprung übrig, nachdem sich das Thier abgelöst hat, und an der Basis dieses Vorsprunges entwickeln sich Knospen, welche die geschlechtliche Form (A) annehmen.

Bei den *Salpen* erreicht die Abweichung von den gewöhnlichen *Tunicaten* ihren Höhepunkt. Mund- und Atrialöffnung liegen wie bei *Pyrosoma* und *Doliolum* an entgegengesetzten Enden des Körpers, und die Kiemenstigmen sind durch weite Lücken an den Seiten des Kiemensackes vertreten, dessen Wände mithin nur durch die Epipharyngealfalten einerseits und durch einen schmalen Balken, welcher in der Gegend des Hypopharyngealbandes liegt, andrerseits vertreten sind. Die verhältnissmässig kleinen, aus Darm und Fortpflanzungsorganen bestehenden Eingeweide sind manchmal zu einer Masse, dem sogenannten *Nucleus*, am Hinterende der Hämalseite des Körpers zusammengeknäuelt. Die Hauptmuskelbänder, durch deren Contraction das Wasser aus der Kiemen- und der Atrialöffnung herausgetrieben und die Fortbewegung des Thieres bewerkstelligt wird, sind quer gestellt, bilden aber nicht, wie bei *Doliolum*, geschlossene Schlingen.

Alle *Salpen*-Arten sind durch zwei Formen von Zooiden vertreten, eine geschlechtliche und eine ungeschlechtliche. Die geschlechtlichen Zooiden entstehen durch Knospung an einem Stolo, der in unmittelbarer Nähe des Herzens am Körper der ungeschlechtlichen Form entspringt. Wenn die so gebildeten geschlechtlichen Zooiden sich loslösen, hängen sie Anfangs in Ketten von verschiedener Form zusammen; später aber zerfallen diese, und die einzelnen Zooiden werden frei. Fig. 172 zeigt die beiden Zooiden der Art *Salpa democratica-mucronata*, nämlich das ungeschlechtliche Zooid, *S. democratica* (I) und das freie geschlechtliche Zooid, *S. mucronata* (II).

Aus den neuesten Untersuchungen von Todaro [1]) geht in Uebereinstimmung mit denen von Kowalevski hervor, dass der Stolo sich wie bei *Pyrosoma* durch die Verbindung eines das Ende des Endostyles bildenden Endodermfortsatzes mit einem Auswuchse des Ektoderms und mit gewissen Mesoblastzellen bildet. Nach Todaro besteht jedoch der wesentliche Unterschied, dass die jungen *Salpen*, welche in einer Doppelreihe längs des Stolo auftreten, sich gänzlich aus den Mesoblastzellen entwickeln. Diese Zellen häufen sich nämlich zu Ballen an, von denen sich vier im Umfange je eines der Segmente, in die der Stolo zerfällt, anordnen; und zwei von diesen Ballen, einer an jeder Seite jedes Segments, verwandeln sich in junge *Sal-*

1) Todaro, »Sopra lo svilupo e l'anatomia delle Salpe«, 1875.

pen auf ähnlichem Wege, wie aus einer Morula ein Embryo wird. Ist diese Darstellung des Sachverhaltes richtig, so würde die ungeschlechtliche Entwicklung der *Salpen* mehr Aehnlichkeit mit derjenigen der Keimmassen einer Trematodensporocyste oder der Pseudova der Insecten haben als mit der gewöhnlichen Knospung.

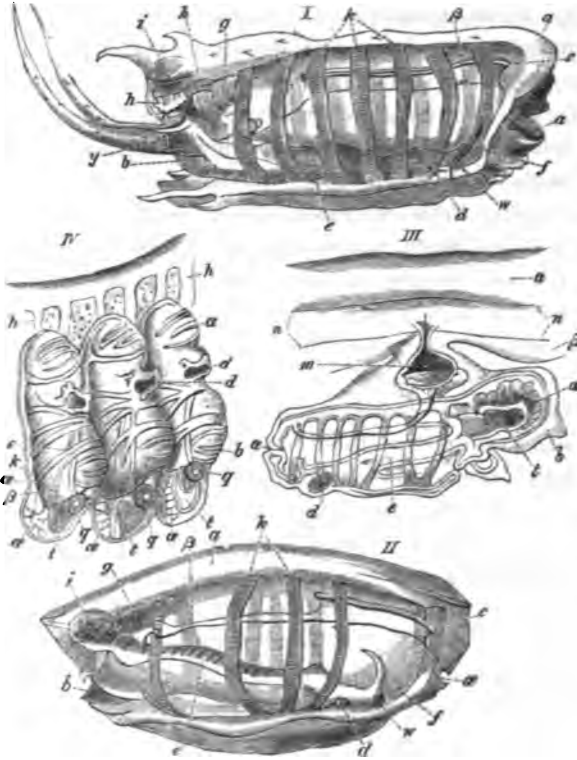


Fig. 172. — *Salpa democratica-mucronata.*
I. *Salpa democratica.* II. *Salpa mucronata.* III. Ein *Salpa-democratica*-Fötus mit seiner Placenta an der Wand der Atrialhöhle von *Salpa mucronata* sitzend. IV. Theil des Stolos von *Salpa democratica* mit den daran sitzenden *Salpa-mucronata*-Knospen.
Die Buchstaben haben in allen Figuren die gleiche Bedeutung. *a.* Mundöffnung; *b.* Atrialöffnung: *c.* Endostyl; *d.* Ganglion; *e.* Hypopharyngealband in einer sogenannten »Kieme«; *f.* Züngchen; *g.* Herz; *h.* knospentragender Stolo; *i.* Eingeweidemasse oder Nucleus; *k.* Muskelbänder; *m.* Placenta; *n.* Blutsinus; *q.* Eisack und Ei; *t.* Magen; *w.* Wimpersack; *oe.* Elaeoblast; *α.* Ektoderm; *β.* Endoderm.

Jedes geschlechtliche Zooid besitzt einen Hoden und ein einziges Ei. Das Letztere liegt in einem Ovarialfollikel, dessen dünner Ausführungsgang an der Wand des Atriums sitzt und in die Atrialhöhle mündet. Der Hode erreicht seine volle Entwicklung und func-

tionelle Ausbildung erst, wenn das Ei sich entwickelt hat. Die Befruchtung muss demnach durch die Spermatozoen eines andern Zooids erfolgen. Die ungeschlechtliche Form, welche sich aus dem Ei entwickelt, durchläuft die Anfangsstadien der Entwicklung in der Atrialhöhle des Mutterthieres, an deren Wand es mit einem Stiele festsitzt; die Mitte dieses Stieles nimmt ein Divertikel der Gefässcanäle des Mutterthieres ein, welches in einer becherförmigen, mit den Blutsinussen des Fötus in offner Verbindung stehenden Hohlraumes liegt. Es ist in der That eine echte *Placenta*, und während des Lebens kann man die Abhängigkeit des fötalen vom mütterlichen Kreislaufe leicht beobachten, da die Blutkörperchen der beider Organismen die Blutbahnen Beider durchlaufen.

Die frühesten Entwicklungsstadien des Salpenembryos sind von zahlreichen Beobachtern untersucht, in neuester Zeit von KOWALEVSKY [1]), TODARO, BROOKS [2]) und SALENSKY [3]). Die Beobachtungen des Letztgenannten beziehen sich hauptsächlich auf *Salpa democratica-mucronata*, und seine Angaben über den Vorgang scheinen mir die befriedigendsten zu sein.

Das Ei wird wie bei *Pyrosoma* im Ovarialfollikel befruchtet, und der sich verkürzende Eileiter zieht den Ovarialfollikel sammt seinem Inhalte in eine Art von Bruttasche, ein Divertikel der Wand des Atriums, welches in die Atrialhöhle vorspringt.

Der Unterscheidung halber mag die Bruttasche die *Ovicyste* heissen. Indem der Eileiter sich verkürzt, wird er weiter und bildet mit dem Ovarialfollikel einen einzigen *Uterussack*, dessen äussere oder Eileiterhälfte sich an die Wand der Ovicyste anlegt, während die innere Hälfte das Ei enthält. Der Dotter furcht sich total, und die oberflächliche Lage von Blastomeren verwandelt sich in ein Epiblast, das die von den übrigen, das Hypoblast darstellenden Blastomeren gebildete feste Masse umhüllt. Später tritt zwischen Beiden eine Mesoblastschicht auf. Das Ganglion entsteht durch eine Einstülpung des Epiblasts, während der Kiemensack, der Darmcanal und das Atrium durch Theilung eines Hohlraumes entstehen, welcher sich in der Mitte des Hypoblasts bildet. Die mütterlichen und fötalen Theile der Placenta entstehen aus der Wand des Ovarialsackes.

---

1) A. KOWALEVSKY, Nachrichten der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, 1868.

2) BROOKS, Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Nr. 14.

3) SALENSKY, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXVII. S. 179.

respective aus gewissen grossen Blastomeren an der anliegenden hämalen Seite des Embryos.

TODARO stimmt mit anderen Beobachtern darin überein, dass er angiebt, der Dotter theile sich und ein kleinzelliges Blastoderm umgebe die grossen übrigen Zellen, welche er die »Keimmasse« nennt. Allein seine Darstellung von den weiteren Entwicklungsstadien ist sehr abweichend. Eine ringförmige Verdickung des Blastoderms trennt die nach aussen gerichtete Hemisphäre von der nach innen gerichteten und erzeugt einen blattförmigen Auswuchs. Dieser ist erst gegen das innere Ende des Eisackes gerichtet, schlägt sich aber, wenn er den Boden desselben erreicht, um, und die umgeschlagenen Theile, welche die Innenwand des Eisackes überziehen und über der äussern Hemisphäre aneinander stossen, bilden eine Art von Amnionhülle für den Embryo. Der zwischen diesem »Amnion« und der innern Hemisphäre des Blastoderms bleibende Hohlraum wird zum mütterlichen Blutsinus. Aus einer Einstülpung der äussern Hemisphäre des Blastoderms geht der Darmcanal hervor, welcher sich als Endoderm von dem das Ektoderm darstellenden übrigen Blastoderm abschliesst. Eine in der Mitte der äussern Hälfte des Embryos, zwischen dem Darmsacke und dem Ektoderm, auftretende Zellenmasse von nur vorübergehender Existenz wird von TODARO als Vertreter des Urochords betrachtet.

Capitel XI.

Die Peripatiden, die Myzostomen, die Enteropneusten, die Chaetognathen, die Nematoden, die Physemarien, die Acanthocephalen und die Dicyemiden.

Zur Erörterung in diesem Capitel habe ich mir die *Peripatiden*, welche von den meisten Autoren bisher zu den *Anneliden* gestellt wurden, und gewisse Gruppen von niederen *Metazoen* vorbehalten, deren genaue morphologische Beziehungen noch ungewiss sind, wenn auch soviel klar ist, dass mehrere von ihnen mit den niederen *Anneliden*, den *Rotiferen* und den *Turbellarien* verwandt sind. Sie sind meistens gänzlich ohne Segmentirung; nur die *Chaetognathen* und die *Myzostomen* besitzen Gebilde, welche an Gliedmassen erinnern, deren Natur jedoch noch zweifelhaft ist. Soweit das Nervensystem bekannt ist, besteht es nicht aus einer Kette von postoralen Ganglien, wie sie für die höheren Würmer charakteristisch ist.

Die Peripatiden. — Auf S. 231 habe ich diese Gruppe zu den *Arthropoden* gestellt, da mir Moseleys Abhandlung über *Peripatus* [1]) keinen Zweifel hinterlassen hatte, dass er die Berechtigung der zuerst von Gervais über die Verwandtschaftsbeziehungen dieses Thieres ausgesprochenen Vermuthungen genügend erwiesen habe. Erst kürzlich bin ich jedoch Dank der Freundlichkeit des Herrn Moseley in der Lage gewesen, ein oder zwei Exemplare von *Peripatus Novae Zelandiae* zu untersuchen und mich von der Richtigkeit des Hauptpunktes, nämlich der Existenz des von Moseley beschriebenen Tracheensystems zu überzeugen.

1) Philosophical Transactions, 1874. Siehe ferner die werthvolle Abhandlung von Grube, »Ueber den Bau von *Peripatus Edwardsii*«. — Archiv f. Anat. und Physiol. 1853.

Von der Gattung *Peripatus* sind jetzt mehrere Arten bekannt, aus Westindien, Südamerika, vom Cap der guten Hoffnung und von Neuseeland, wo sie an feuchten, warmen Orten unter faulendem Holze gefunden werden. Sie haben die eigenthümliche Gewohnheit, ein Gewebe aus zähen Fäden abzusondern, wenn sie angefasst oder sonst gereizt werden.

Der Kopf ist gesondert und mit einem Paar vielgliedriger, antennenartiger Tentakeln und zwei einfachen Augen versehen. Der an der Unterfläche des Kopfes liegende Mund ist von einer vorspringenden Lippe umgeben, welche ein Paar von Kiefern einschliesst, deren jeder mit zwei krummen Chitinkrallen, ähnlich denen der Füsse, endigt. An jeder Seite vom Munde trägt der Kopf eine kurze, undeutlich gegliederte »Mundpapille«, die etwa so aussieht wie einer der Füsse, aber keine Krallen besitzt und am Ende durchbohrt ist. Auf den Kopf folgt ein ungegliederter Körper, der seitlich in paarige Anhänge ausgeht, deren Zahl je nach der Art von vierzehn bis über dreissig schwankt; jeder dieser Anhänge ist undeutlich gegliedert, und das Endglied trägt jedesmal zwei kleine krumme Krallen.

Der After ist endständig, und die Geschlechtsöffnung liegt auf einer Papille etwas vor dem After, an der neuralen oder ventralen Körperseite.

Der Darmcanal beginnt als ein eiförmiger musculöser Schlundkopf. Die sich daran schliessende Speiseröhre erweitert sich allmählich zu einem weiten, langen Magen, von dem sich ein sehr kurzer Enddarm bis an den After fortsetzt. Malpighische Gefässe sind nicht vorhanden. Zwei sehr starke verästelte Drüsenschläuche, welche den zähen, das Gewebe bildenden Stoff absondern, liegen neben dem Darmcanal und münden auf den Mundpapillen nach aussen. In der Mittellinie der dorsalen Körperwand liegt ein Gefäss, wahrscheinlich ein Herz.

Die Athmungsorgane sind die von Moseley entdeckten Tracheen. Die zahlreichen Poren oder *Stigmen*, von denen die Tracheen ausgehen, sind über die ganze Oberfläche des Körpers zerstreut; doch kann man eine mediane, ventrale Reihe unterscheiden. Jedes Stigma ist das Aussenende eines kurzen, weiten Rohres, das am entgegengesetzten Ende in ein Büschel von feinen Tracheen zerfällt, die sich selten theilen und in grosser Menge sich an den Eingeweiden verbreiten. Es sind sehr zarte Röhren, welche oft einen welligen Ver-

lauf nehmen und selten über 0.0035 mm im Durchmesser erreichen. Im optischen Schnitte sieht ihre Wand wie eine feine Perlschnur aus, als ob quere Verdickungen vorhanden wären; doch sind deutliche Querbänder nur selten zu sehen.

Das Nervensystem besteht nach MILNE-EDWARDS' Entdeckung aus zwei im Kopfe über dem Oesophagus gelegenen nahe verbundenen Ganglien. Von jedem von diesen geht ein verhältnissmässig starker Längsstrang aus, der über der Basis der Füsse (von dem der andern Körperhälfte also weit entfernt) bis an das Hinterende des Körpers verläuft. Nach GRUBES Angabe sind keine gesonderten Ganglien an diesem Strange vorhanden; dagegen sind seiner ganzen Länge nach an seiner ventralen Fläche Ganglienzellen ziemlich gleichmässig verbreitet, und in kurzen Abständen entspringen von beiden Seiten Nerven, welche quer nach aussen und innen verlaufen. GRUBE hat nachgewiesen, dass viele von den die letztere Richtung einschlagenden Aesten Commissuren zwischen den beiden Strängen sind.

Die Muskeln von *Peripatus* sind nicht quergestreift und bilden darin eine eigenthümliche Ausnahme von dem sonst gut ausgeprägten Arthropodencharakter.

Die Thiere sind, wie MOSELEY nachgewiesen hat, getrenntgeschlechtlich. Das Ovarium ist klein, durch eine mittlere Scheidewand in zwei Lappen getheilt und liegt unter dem Darmcanal. Der anfangs unpaare Eileiter theilt sich in zwei lange Aeste, welche sich hinten zu einem Uterus erweitern. Darauf vereinigen sie sich wieder und enden mit einer kurzen Scheide an der ventralen Seite des Rectums. Die Hoden sind eiförmige Körper, jeder mit einem blindsackartigen Anhang. Die langen und aufgeknäuelten Vasa deferentia vereinigen sich zu einem gemeinsamen Gang, welcher in derselben Lage mündet, wie beim Weibchen der Uterus. Die Eier entwickeln sich innerhalb der Uteruserweiterungen der Eileiter.[1])

In einem frühen Zustande hat der Embryo grosse Aehnlichkeit mit dem eines Skorpions, ist indessen zusammengeknickt, so dass die Bauchseite der vordern und der hintern Körperhälfte einander zugewendet sind. Wie beim Skorpion findet sich ein Paar

1) Eines von den Exemplaren, welche ich untersuchte, war ein trächtiges Weibchen; allein die Eingeweide waren, anscheinend durch die Wirkung des Weingeists, in dem das Thier conservirt war, so zusammengeklebt, dass über den Bau derselben sowie über den der Embryonen wenig zu ermitteln war.

grosser Scheitellappen; darauf folgt eine Reihe von Segmenten, an deren Seiten Fortsätze — die Anlagen der Gliedmassen — knospen. Aus den Scheitellappen entsteht eine Art Kappe, deren Seitenecken sich über die Wurzeln des ersten Gliedmassenpaares erstrecken und mit denen des zweiten Paares, welche die Mundpapillen des erwachsenen Thieres sind, verbinden. Die ersten Gliedmassen werden so in die Kappe (deren Ränder die Sauglippen des erwachsenen Thieres bilden) eingeschlossen und wandeln sich, indem sich an ihren Enden, wie an den übrigen Gliedmassen, zwei Chitinkrallen entwickeln, in die Kiefer des erwachsenen Thieres um. Bemerkenswerth ist, dass die Antennen sich aus dem Vordertheil der Scheitellappen entwickeln, während beim Skorpion die Cheliceren am Hinterrande dieser Lappen auftreten, also an einer Stelle, welche der Lage des ersten Gliedmassenpaares oder der Kiefer von *Peripatus* entspricht.

Offenbar ist der *Peripatus*, mögen wir die Anhänge, die Athmungs- oder die Fortpflanzungsorgane, oder die Entwicklung des Embryos betrachten, ein echtes Arthropod, das augenscheinlich mit den saugenden *Myriapoden* nahe verwandt ist.

Die Myzostomen. — Die Gattung *Myzostomum*[1] umfasst gewisse Thierchen, deren grösste Arten nicht über fünf Millimeter lang werden. Dieselben leben als Schmarotzer auf den Crinoiden. Der Körper hat die Gestalt einer platten, ovalen Scheibe, deren Oberfläche bewimpert ist, und deren Ränder in bis zu zwanzig kurze fadenförmige Fortsätze oder Cirren ausgehen. Innerhalb des Randes der Bauchfläche stehen acht Saugnäpfe, vier an jeder Seite, und nach innen davon zehn kegelförmige »Füsse«, fünf an jeder Seite; jeder von diesen trägt zwei starke Borsten, welche in derselben Weise wie bei den Anneliden vorgestossen und zurückgezogen werden können. Gerade in der Mitte des Vorderrandes liegt eine rundliche Oeffnung, aus welcher ein musculöser Rüssel, dessen freies Ende mit Papillen besetzt ist, hervorgestreckt werden kann. Ein gerader Darmcanal verläuft durch den Körper und endet in einer Art Kloake, welche sich in der Mittellinie am Hinterrande öffnet. Von beiden Seiten des Darmcanales entspringen lange, verästelte Blindsäcke.

---

1) Siehe Lovén, »*Myzostoma cirriferum* Leuck., ein parasitischer Wurm.« — Archiv f. Naturgeschichte, 1842.

Gefässe oder Kreislaufsorgane hat man nicht gefunden. Was man vom Nervensystem kennt, beschränkt sich auf eine längliche in der Mittellinie der ventralen Körperfläche gelegene Ganglienmasse, von der nach beiden Seiten Aeste abgehen.

Die Geschlechter sind in einem Individuum vereinigt. Die Acini der Fortpflanzungsdrüsen sind durch den ganzen Körper zerstreut. Diejenigen der Hoden ergiessen ihren Inhalt in Gänge, welche sich vereinigen und an jeder Seite des Körpers, etwa in der Mitte der Bauchfläche, durch ein getrenntes vas deferens münden. Die beiden Eileiter führen die Eier in die Kloakenkammer.

Die Entwicklung von *Myzostomum* ist von Semper und Metschnikoff [1] bearbeitet. Der Dotter furcht sich total, und der Embryo verlässt das Ei als eine mit schlagenden Wimpern bedeckte Morula. Im nächsten beobachteten Stadium ist der Embryo cylindrisch und besitzt am einen Ende einen Mund, am andern einen After. Der Anfang des geraden und unverzweigten Darmcanals hat die Gestalt eines musculösen Bulbus oder Rüssels. Es sind zwei Paare von rudimentären Anhängen vorhanden, ein jeder mit zwei Borsten. Die Zahl der borstentragenden Anhänge vermehrt sich bis auf fünf Paare, und der Darm beginnt, Spuren von Divertikeln zu zeigen. In dem spätesten beobachteten Stadium waren noch keine Cirren aufgetreten, und der Körper war noch verhältnissmässig schmal.

Metschnikoff betrachtet *Myzostomum* als eine parasitische Form eines polychäten *Annelids*, und es lässt sich zu Gunsten dieser Auffassung allerdings Mancherlei sagen; doch nähert es sich wiederum in anderer Hinsicht den *Hirudineen*. Die Anwesenheit von Wimpern an der Körperoberfläche und von vorstossbaren Borsten in den Parapodien schliesst *Myzostomum* von den *Arthropoden* aus, und Metschnikoff hat den Larvenzustand mit Recht mit dem von *Syllis* verglichen. Ueber die wahre Stellung von *Myzostomum* besteht jedoch noch so viel Zweifel, dass ich glaubte, es getrennt von den Anneliden behandeln zu sollen.

Die Enteropneusten. — Der höchst eigenthümliche *Balanoglossus*, der einzige bekannte Vertreter dieser Gruppe, ist ein

1) Semper, »Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Gattung *Myzostoma*.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. IX. S. 48. — Metschnikoff, »Zur Entwickelungsgeschichte des *Myzostomum*.« — Ebenda, Bd. XVI. S. 240.

langgestreckter fussloser, weicher Wurm, mit dem Mund an einem und dem After am andern Körperende (Fig. 173, III). Der Mund ist von einer Art Kragen oder vorspringenden Lippe umgeben, innerhalb deren ein langer rüsselförmiger medianer Anhang hervorragt, der innen hohl ist und an der Spitze einen Porus besitzt. An derselben Seite, von welcher der Rüssel entspringt, besitzt der vordere Abschnitt des Körpers eine längliche, etwas abgeplattete, von erhabenen Längsfalten begrenzte Fläche. Zu beiden Seiten dieser

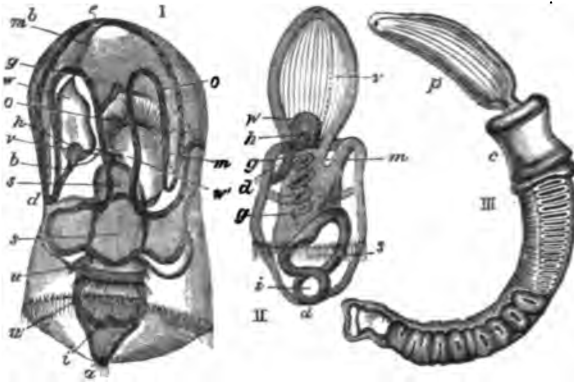


Fig. 173. — *Balanoglossus.* (Nach A. Agassiz.)
I. Die *Tornaria*-Larve in Seitenansicht (etwa 2 mm. lang): *a.* After; *b.* Gefäss, welches von *w*, dem Sack des Wassergefässsystems, zum dorsalen Porus, *d*, führt; *w'*. Verlängerung des Sackes; *h.* Herz; *i.* Enddarm; *s.* Magen; *o.* Oesophagus; *m.* Mund; *u. u'.* Lappen des Darmcanales; *mb.* Muskelband, das vom Augenfleck (*e*) zum Wassergefässsacke zieht.
II. Ein junger *Balanoglossus*: *g.* erstes Kiemenstigma, die übrigen Buchstaben wie oben.
III. Ein weiter entwickelter *Balanoglossus*: *c.* Kragen; *p.* Rüssel.

Fläche findet sich eine Längsreihe von Oeffnungen — die Kiemenöffnungen. Diese communiciren mit sackartigen Erweiterungen des vorderen Theiles des Darmcanales, — und diese Kiemensäcke sind von einem eigenthümlichen Skelet gestützt.

Ein Nervensystem ist bis jetzt nicht mit Sicherheit nachgewiesen, ebenso wenig Sinnesorgane.

Nach Kowalevsky [1], welcher zuerst die wahre Natur des Balanoglossus aufgeklärt hat, besteht das Gefässsystem aus einem dorsalen und einem ventralen Gefäss. Am hintern Ende der Kiemenregion theilt sich das erstere in einen obern und einen untern dorsalen

---

1) Kowalevsky, »Anatomie des *Balanoglossus*«. — Memoires de l'Acad. de St. Pétersbourg, 1866.

und zwei seitliche Stämme. Der obere Stamm zieht nach vorn und spaltet sich am Vorderende des Körpers in zwei absteigende Aeste, welche sich mit dem ventralen Stamm vereinigen. Der untere dorsale Stamm versorgt die Kiemen, und seine Seitenäste sind die abführenden Gefässe desselben.

Für die Schlundkiemen des *Balanoglossus* finden sich nur Parallelen unter den *Tunicaten* und den *Wirbelthieren*. Andrerseits ist die Larvenform dieses seltsamen Geschöpfes im Allgemeinen die einer Anneliden- oder Turbellarien-Larve mit sehr grosser, specieller Aehnlichkeit mit dem Echinopaedien mancher *Echinodermen*.

Die Larve des *Balanoglossus* wurde zuerst von Joh. Müller beobachtet, der sie *Tornaria* nannte und wie alle späteren Beobachter bis man ihre wahre Natur erkannte, wegen ihrer ausserordentlichen Aehnlichkeit mit den Larven gewisser Seesterne für eine Echinodermen-Larve hielt.

Es ist ein länglich eiförmiger Körper mit drei Wimperschnüren, einer präoralen und zwei postoralen. Von den Letzteren ist eine am Hinterende ringförmig, während die andere schräg gegen die Achse des Körpers geneigt ist, so dass sie vorne und oben das Vorderende erreicht, während sie hinten fast die Mitte des Körpers einnimmt. An der ventralen Fläche wird sie durch eine tiefe Rinne von der präoralen Wimperschnur getrennt. In dieser Rinne liegt der Mund. Die Ränder der präoralen und postoralen Wimperschnüre sind tief ausgebuchtet und berühren sich an der dorsalen Mittellinie. Vom Munde entspringt eine weite Speiseröhre und führt in den Gastrointestinal-Abschnitt des Darmcanales, der in der Mittellinie nach rückwärts zieht und am Hinterende des Körpers im After mündet. Etwa in der Mitte der dorsalen Fläche des Körpers findet sich ein kreisförmiger Porus (Fig. 173, I, *d*) und von da führt ein Canal in einen rundlichen Sack, der auf der Uebergangsstelle der Speiseröhre in den Magen liegt. Der Sack giebt zwei kurze seitliche Divertikel ab, welche den Oesophagus umfassen. Ein zartes Band, anscheinend musculöser Natur, verbindet den Scheitel des Wassersackes mit derjenigen Stelle der dorsalen Körperfläche, wo sich die präoralen und postoralen Wimperschnüre berühren. Hier haben sich zwei Augenflecke entwickelt. Eine Einschnürung trennt einen rundlichen Magen- von einem schlauchförmigen Enddarm-Abschnitt des Nahrungscanales. Aus dem Divertikel des Gastrointestinal-Theiles des Darmcanales gehen zwei Paare von scheiben-

förmigen Körpern hervor, aus denen sich offenbar das Mesoblast und die Perivisceralhöhle des *Balanoglossus* entwickeln.

Die Seitenwände des Oesophagus geben eine Reihe von Divertikeln ab, welche sich mit dem Ektoderm verbinden, sich nach aussen öffnen und zu den Kiementaschen werden. Wenn sich erst zwei solche Kiemenöffnungen gebildet haben, sollen sie nach METSCHNIKOFF eine auffallende Aehnlichkeit mit denjenigen der *Appendicularien* besitzen. In der Nähe des Wassersackes tritt eine pulsirende Blase auf — das sogenannte »Herz«. Jetzt streckt sich das Vorderende des Körpers vor dem Munde in die Länge und verwandelt sich in den Rüssel, während der postorale Abschnitt seine Wimperschnüre verliert, in die Länge wächst und zu dem langen Körper des fertigen Wurmes wird.[1])

Die Chaetognathen. — Die Gattung *Sagitta*, das einzige Glied dieser Gruppe, umfasst mehrere Arten kleiner Thiere, die man in allen Theilen der Erde an der Oberfläche des Oceans schwimmend findet. Obwohl man den gesammten Bau und den Entwicklungsgang der *Sagitta* jetzt sehr gut kennt, so ist man über ihre wahre Verwandtschaft doch noch nicht zur Entscheidung gelangt. Anatomisch steht sie den Nematoden und den oligochäten Anneliden in mancher Hinsicht nahe; ihre Entwicklung bietet jedoch Eigenthümlichkeiten dar, welche bis jetzt bei diesen Thieren unbekannt sind, wohl aber bei den *Brachiopoden* und den *Echinodermen* vorkommen.

Der Körper der *Sagitta* (Fig. 174), der selten über einen Zoll lang wird, ist langgestreckt, subcylindrisch und ungegliedert; an einem Ende verbreitert er sich zu einem rundlichen Kopf, während er am andern in eine Spitze ausläuft. Parapodialanhänge sind nicht vorhanden, aber die Chitincuticula geht in eine fein gestreifte Flosse (*p*) an jeder Seite des Körpers, in einen Schwanz und in zarte Borsten aus. An jeder Seite des Kopfes finden sich eine Anzahl langer krummer krallenähnlicher Chitinfortsätze, welche seitlich auf- und zugeklappt werden können und als Kiefer dienen. Zwischen ihnen liegt der Mund, und an den Seiten des Mundes stehen vier Gruppen kurzer,

1) Siehe AGASSIZ, »The history of *Balanoglossus* and *Tornaria*«. — Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences 1873; METSCHNIKOFF, »Untersuchungen über die Metamorphose einiger Seethiere.« — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XX. S. 131.

aber kräftiger Stacheln (c). Der Mund führt in einen einfachen geraden Darmcanal (i), der in einem an der Ventralfläche des Körpers, wo die spitz auslaufende Schwanzregion anfängt, gelegenen After mündet. Ein dorsales und ein ventrales Mesenterium verbinden den Darm mit der Körperwand und theilen die Perivisceralhöhle in zwei Kammern. Unter dem Ektoderm liegt eine Schicht quergestreifter Längsmuskelfasern. Das Nervensystem besteht aus einem grossen ovalen Ganglion, das in der Mitte der Bauchwand des Körpers liegt und zwei Commissurstränge nach vorne sendet, die sich mit einem Oberschlundganglion verbinden. Dies giebt unter andern Aesten zwei an die Dorsalseite des Kopfes ab, welche an ihrem Ende zu kugeligen Ganglien anschwellen, auf denen die Augen liegen. Die Ovarien (o) sind langgestreckte schlauchförmige Organe, die zu beiden Seiten des Darmes an der Körperwand befestigt sind. Ihre wimpernden Ausführungsgänge münden nahe am After und sind mit Erweiterungen versehen, welche als receptacula seminis dienen. Hinter dem After vereinigen sich die Mesenterialblätter und bilden eine senkrechte Scheidewand, welche den Hohlraum des Schwanzabschnittes des Körpers in zwei Kammern (t) theilt. An den Seitenwänden dieser entwickeln sich Zellenmassen, die sich loslösen frei in der Perivisceralflüssigkeit umherschwimmen und sich zu Spermatozoen entwickeln. Diese treten durch dellenartige seitliche Ausführungsgänge aus, deren erweiterte Basalabschnitte man als vesiculae seminales (s) betrachten kann.

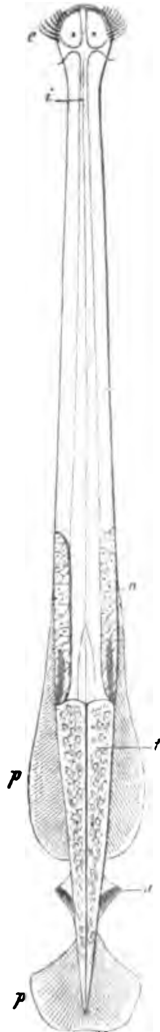


Fig. 174. — *Sagitta bipunctata*. — *o*. Eierstöcke; *t*. Hoden; *s*. Samenblasen; *i*. Darm; *p*. Flossen; *c*. Mundstacheln.

Soweit bietet die Organisation von *Sagitta*, obwohl sie sehr eigenthümlich ist, Analogien sowohl mit den Nematoden wie mit den Anneliden dar. Ihre Entwicklung weicht dagegen nach Kowalevskys Schilderung [1]) vollständig von Allem ab.

1) Kowalevsky, »Embryologische Untersuchungen an Würmern und Arthropoden«. — Mémoires de l'Académie des Sciences de St. Pétersbourg, 1871.

was von diesen beiden Gruppen bekannt ist. Die Dotterfurchung verläuft wie gewöhnlich und verwandelt das Ei in eine blasenförmige Morula mit einer grossen Furchungshöhle oder Blastocoel. Dann stülpt sich eine Fläche der so gebildeten Blase ein, verdrängt allmählich das Blastocoel und verwandelt den kugeligen, einschichtigen Sack in eine halbkugelige, doppelwandige, becherförmige Gastrula. Die Höhlung des Bechers ist die spätere Verdauungshöhle; die Schicht eingestülpter Blastodermzellen, welche diese Höhlung auskleidet, ist das Hypoblast, aus dem das Endoderm wird, und die äussere Zellenschicht ist das Epiblast, welches zum Ektoderm wird. In diesem Zustande hat der Embryo Aehnlichkeit mit demjenigen des Blutegels in seinem frühesten Stadium. Der Embryo wächst nun in die Länge, und die Einstülpungsöffnung wird schliesslich unkenntlich. Ob sie zum After wird, oder ob die Afteröffnung sich neu bildet, ist noch ungewiss. Die Ganglien entstehen durch Umbildung von Ektodermzellen. Das Vorderende des Urdarmes ist Anfangs geschlossen. Derselbe entsendet bald nach jeder Seite eine Erweiterung, so dass das Archenteron in einen centralen und zwei seitliche Abschnitte zerfällt. Der centrale Abschnitt mündet nach Bildung der Mundöffnung am Vorderende nach aussen und wird, während der Körper in die Länge wächst, zum schlauchförmigen Darm. Die seitlichen Divertikel stehen Anfangs mit demselben in Verbindung, schnüren sich aber schliesslich ab und bilden die rechte und linke Perivisceralhöhle, indem ihre Wandungen sich in den Zellen- und Muskelbelag dieser Höhlen verwandeln. Aus der Entwicklungsweise der Perivisceralhöhle von *Sagitta* geht hervor, dass diese Höhle wie die Perivisceralhöhle der *Brachiopoden* und die »Peritoneal«-Höhle der *Echinodermen* ein Enterocoel ist, das demjenigen der *Hydrozoen* und *Actinozoen* zu vergleichen ist, das aber, statt mit dem Darmcanal in Zusammenhang zu bleiben, sich von demselben abschnürt und so aus seiner Wandung das Mesoderm, aus seinem Hohlraum die Leibeshöhle hervorgehen lässt.[1])

---

1) Kowalevskys Darstellung von der Entwicklung der *Sagitta* ist durch Bütschli (»Zur Entwicklungsgeschichte der *Sagitta*.« — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIII. S. 409) bestätigt, der ferner den Ursprung der Fortpflanzungsorgane, die als Wucherungen des Hypoblasts entstehen, und die Theilung jedes ursprünglichen Enterocoels in zwei Säcke, einen für den Kopf und einen für den Körper beobachtet hat. Der Letztere wird wahrscheinlich durch eine Querwand zwischen dem Eierstock und dem Hoden abermals abgetheilt. Bütschli meint,

Bei den *Turbellarien*, *Anneliden*, *Nematoden* oder *Rotiferen* ist Nichts dieser Art bekannt, sondern wenn bei diesen Thieren eine Periviseeralhöhle vorhanden ist, so entsteht sie durch Aushöhlung des ursprünglich soliden Mesoblasts. Eine so entstandene Perivisceralhöhle habe ich ein *Schizocoel* genannt. Ob indessen ein fundamentaler Unterschied zwischen einem *Enterocoel* und einem *Schizocoel* besteht, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Ich habe oben (S. 499) auf einen Fall hingewiesen, wo bei einer Ophiure die für die Echinodermen charakteristischen hohlen Divertikel des Urdarms durch solide Hypoblastwucherungen vertreten sind. Von diesem Zustande wäre ein Uebergang zu denjenigen sehr leicht denkbar, wie ihn die Embryonen von *Oligochaeten* und *Hirudineen* darbieten, bei denen das Mesoblast aus dem Hypoblast entsteht, jedoch keine Fortsetzung des Darmcanals enthält, sondern sich schliesslich in eine viscerale und eine parietale Schicht spaltet, zwischen denen dann die Perivisceralhöhle liegt; und Kowalevskys Vermuthung, dass die Keimstreifen, in denen zuerst das Mesoblast auftritt, den Divertikeln des Darmcanals von *Sagitta* homolog seien, hat viel Wahrscheinlichkeit.

In diesem Falle wäre das Schizocoel eine Fortbildung des Enterocoels, und die Entwicklung der Perivisceralhöhle bei *Sagitta* stellt die primitive Entwicklungsweise der Perivisceralhöhle aller Wirbellosen dar. Andererseits muss man bedenken, dass zwischen dem Endoderm und dem Ektoderm in der Scheibe einer *Meduse* oder im Körper einer *Ctenophore* oder *Turbellarie* ein gallertiges Mesoderm sich befindet, das die Stelle des primitiven Blastocoels einnimmt. Dieses Mesoderm nun ist wahrscheinlich ein Erzeugniss des Endoderms, aber ein darin auftretender Hohlraum, wie z. B. die Wassergefässcanäle der *Turbellarien* können mit dem Enterocoel Nichts zu thun haben. Ferner ist, wie wir gesehen haben, bei den *Tunicaten* eine sogenannte »Perivisceralhöhle« vorhanden, die entweder durch eine Einstülpung des Ektoderms entsteht, in welchem Falle man sie als *Epicoel* bezeichnen könnte, oder aber ein echtes Enterocoel ist. Was man als »Perivisceralhöhle« bezeichnet, kann also, wenn wir die erstere Alternative für den Augenblick als die richtige annehmen, viererlei sein:

---

die Segmentirung des Mesoblasts, welches die Wand des Enterocoels bildet, ein Punkt der Annäherung zwischen *Sagitta* und den *Anneliden*.

1. ein Hohlraum innerhalb des Mesoblasts, der mehr oder minder dem primitiven *Blastocoel* entspricht.

2. ein Divertikel der Verdauungshöhle, das sich von jener abgeschnürt hat (*Enterocoel*).

3. eine solide Wucherung, welche einem solchen Divertikel entspricht, in dem nur der Hohlraum erst spät auftritt (modificirtes *Enterocoel* oder *Schizocoel*).

4. Ein durch Einstülpung des Ektoderms gebildeter Hohlraum (*Epicoel*).

Ob eine gegebene Perivisceralhöhle zu dem einen oder dem andern dieser Typen gehört, lässt sich nur durch Beobachtung ihrer Entwicklung entscheiden.

Die Nematoden. — Die »Fadenwürmer« haben einen langgestreckten, drehrunden Körper, welcher gewöhnlich an einem oder beiden Enden spitz zuläuft; derselbe ist nicht in Segmente getheilt und besitzt keine Gliedmassen, kann aber gelegentlich mit borstenförmigen Stacheln oder Papillen ausgerüstet sein. Bei *Desmoscolex* nehmen die Papillen und Borsten ein fast annelidenartiges Aussehen an, und auch die Ringelung des Körpers ist stärker ausgeprägt als bei irgend welchen anderen Nematoden.

Die äusserste Schicht des Körpers ist eine dichte Chitincuticula, welche gewöhnlich in mehrere Schichten zerfällt. Diese Schichten können aus Fibrillen bestehen und die Fibrillen in den aufeinander folgenden Schichten in verschiedener Richtung verlaufen. Zu keiner Periode des Lebens finden sich an der Oberfläche des Körpers noch sonstwo Wimpern. Der Mund liegt am einen Ende des Körpers, der After am andern oder nahe dabei. Der erste Abschnitt des Darmcanales ist ein dickwandiger Schlund, der von einer manchmal mit Leisten oder zahnartigen Vorsprüngen besetzten Fortsetzung der Chitinschicht des Integuments ausgekleidet ist. Von dieser Chitinschicht strahlen Querfasern von anscheinend musculöser Natur durch die dicke Wand des Schlundes aus und dienen wahrscheinlich dazu, die Höhlung desselben zu erweitern. Ein gerader, unverästelter, schlauchförmiger Darmcanal ohne irgendwelche Unterscheidung in Magen und Enddarm verläuft in der Körperachse, gewöhnlich durch einen kurzen Oesophagusabschnitt mit dem Schlunde verbunden.

Das Endoderm oder die Wand des Darmcanales besteht aus einer einzigen Schicht von Zellen, welche in wenigen oder zahl-

reichen Längsreihen angeordnet und innen wie aussen von einer Chitinlage überzogen sind. An beiden Seiten ist der Darm seiner ganzen Länge nach an den unten zu beschreibenden »Seitenfeldern« befestigt. Die Cuticula, welche die Innenflächen der Endodermzellen überzieht und die Verdauungshöhle umfasst, erscheint auf einem senkrechten Durchschnitte in Stäbchen zerfallen, die möglicher Weise die Zwischenräume zwischen feinen senkrechten Poren darstellen. In manchen Fällen überkleiden Muskelfasern den hintersten Abschnitt des Darmes.

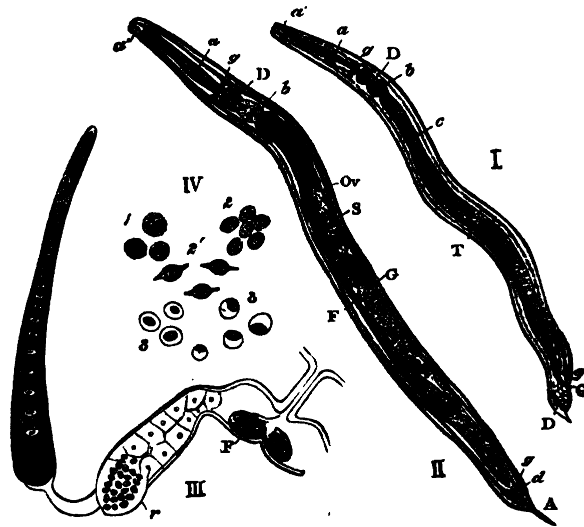


Fig. 175. — *Anguillula brevispinus* (nach Claus [1]).
I. Männchen. II. Weibchen. III. Weibliche Geschlechtsorgane. IV. Samenkörperchen in verschiedenen Entwicklungsstadien.
a. Oesophagus; *a'*. chitinisirte Mundkapsel; *c*. Magen- und *d*. Rectalabschnitt des Darmcanals; *A*. After; *g*, *g'*. vordere und hintere Verdickungen mit ihren Commissuren; *G*. Geschlechtsöffnung; *F*. fettglänzende Drüse; *r*. als Receptaculum seminis dienende Erweiterung des Uterus; *D*. einzellige Hautdrüsen am Afterende; *D'*. Drüsenmasse mit ihrem Ausführungsgang oberhalb des Kaumagens; *ov*. Ovarium; *T*. Hode; *S*. Samenkörperchen.

Unter den Schichten der Chitincuticula befindet sich ein eigenthümliches Integument oder Ektoderm und nach innen davon eine einfache Schicht von längsgestellten Muskeln, welche bald in gesonderte Reihen von »Muskelzellen« zerfallen, bald nicht. Den Raum zwischen diesen und der Aussenfläche des Darmes nimmt eine schwammige oder fasrige Substanz ein, welche wahrscheinlich als

1) Claus, »Ueber einige im Humus lebende Anguillulinen«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XII. S. 354.

eine Art Bindegewebe zu betrachten ist. Die Muskeln und dies Gewebe stellen zusammen das Mesoderm dar.

Bei den typischen *Nematoden* bildet die Muskelschicht keine vollständige Hülle des Körpers, sondern ist von vier in gleichen Abständen angebrachten Längslinien unterbrochen. Eine von diesen wird als dorsal, die gegenüberliegende als ventral bezeichnet; Beide sind sehr schmal. Die beiden anderen sind viel breiter und heissen die Seitenfelder. Sie besitzen oft (Fig. 176) zwei oder mehr Reihen von deutlichen Kernen, und jedes ist von einem Canal mit scharf begrenzten Wandungen und klarem Inhalt durchzogen. Gegenüber

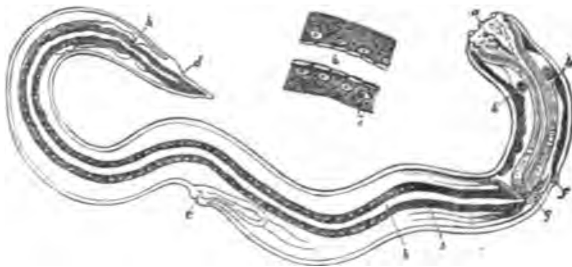


Fig. 176. — *Oxyuris*. — *a*. Mund; *b*. Schlund; *c*. Anfang des Darmes; *d*. Ende desselben (der mittlere Abschnitt ist nicht abgebildet); *e*. Geschlechtsöffnung; *f*. Gefässmündung; *g*. Receptaculum der Gefässe; *o*. eines der Gefässe; *i*. dasselbe umgebende Zellen. In der obern Figur ist ein Stück eines der contractilen Gefässe bei stärkerer Vergrösserung dargestellt.

der Stelle, wo sich der Oesophagus und der Magenabschnitt des Darmcanales vereinigen, biegen diese Seitencanäle nach innen und gegen die Mittellinie, vereinigen sich und münden mit einem gemeinsamen Porus (Fig. 176, *f*) nach aussen. In manchen Fällen erstrecken sich Fortsetzungen der Seitencanäle nach vorn in den Kopf hinein.

Etwa in der Höhe der Mündung dieses Wassergefässsystems umgiebt ein Ring von Fasern und Nervenzellen die Speiseröhre und giebt nach vorn Fäden an den Kopf, nach hinten an die Muskeln und die Seitenfelder ab, während zwei Stränge längs der dorsalen und ventralen Medianlinie ans hintere Körperende ziehen. Bei den Männchen einiger Arten hat man ferner in der Nähe des Spiculasackes Ganglien beobachtet.[1]) Sinnesorgane kennt man nicht mit

---

1 Die Frage nach dem Bau und der Anordnung des Nervensystems ' den *Nematoden* ist vielleicht auch jetzt noch nicht völlig entschieden; allei spricht Vieles für die oben gegebene Darstellung. Siehe R. LEUCKART,

Sicherheit; doch sind möglicher Weise die Pigmentflecken am Nervenringe einiger freilebenden Nematoden Gebilde dieses Charakters.

Die *Nematoden* sind meistens diöcisch. Bei den Weibchen liegt die Geschlechtsöffnung gewöhnlich in der Nähe der Mitte des Körpers, bei den Männchen immer am Hinterende oder in der Nähe desselben.

Der weibliche Geschlechtsapparat (Fig. 175, III) besteht aus einer Vagina, mit der ein einzelnes oder doppeltes langgestrecktes schlauchförmiges Organ zusammenhängt, das an seinem blinden Ende in eine Spitze ausläuft und gleichzeitig Eierstock, Eileiter und Fruchthälter ist. Das blinde Ende nimmt eine Protoplasmamasse mit eingestreuten Kernen ein. Weiterhin differenzirt sich die Masse in einen Achsenstrang von protoplasmatischer Substanz — die *Rhachis* — und peripherische Massen, deren jede einen Kern enthält und durch einen Stiel mit der Rhachis zusammenhängt: diese sind die sich entwickelnden Eier. Noch weiterhin, im Eileitertheile des Schlauches, werden die Eier frei, und im Uterusabschnitt endlich werden sie befruchtet und erhalten eine harte, oft ornamentirte Schale.

Der Hode ist gewöhnlich ein einziger Blindschlauch, in dessen blindem Ende sich auf ähnliche Weise wie im Ovarium Zellen entwickeln: diese werden in dem Theile des Schlauches frei, welcher als Samenleiter dient. Im Gegensatz zu dem, was bei den meisten Thieren geschieht, behalten diese Spermatozoen den Charakter von Zellen und vollführen oft sogar amöboide Bewegungen. Das Samenleiterende des Hodenschlauches mündet in einen Sack nahe am After, in dessen Wand sich ein oder zwei gebogene Chitinspicula entwickeln. Diese werden bei der Begattung in die Geschlechtsöffnung des Weibchens eingeführt und scheinen diese auszudehnen, so dass die Samenkörperchen frei in die Vagina und von dort in den Uterus eintreten können. In den weiblichen Organen unterliegen die Samenzellen weiteren Veränderungen, treten schliesslich in die Substanz der Eier ein und verschmelzen mit diesen.

Die Befruchtung hat die Dottertheilung zur Folge. Die ovale Morula erhält an einer Seite eine Einbuchtung, und der Embryo

---

menschlichen Parasiten«; ferner die unten angeführte Monographie von Schneider und besonders O. Bütschli, »Beiträge zur Kenntniss des Nervensystems der Nematoden.« — Archiv f. mikr. Anatomie, 1878.

knickt sich während seines weitern Wachsthums dieser Einbuchtung entsprechend. Bei den meisten Formen dürften sich die centralen Zellen der soliden Morula von den übrigen zur Bildung des Endoderms absondern, das also durch Delamination entsteht. Bütschli [1]) hat jedoch in neuerer Zeit nachgewiesen, dass bei *Cucullanus elegans* die Morula, welche aus der Theilung des Dotters hervorgeht, die Form einer platten aus zwei Schichten von Blastomeren zusammengesetzten Scheibe hat, in der das Blastocoel auf einen blossen Spalt reducirt ist. Das blattförmige Blastoderm wird sodann an einer Seite concav, an der andern convex und geht in die Gastrulaform über. Der Anfangs sehr weite Blastoporus verengt sich allmählich und scheint sich in die Mundöffnung des Wurmes zu verwandeln. Das Mesoblast entsteht aus gewissen Zellen des Hypoblasts, welche nahe am Munde liegen und von dort gegen das Schwanzende hin fortwachsen. Die Aehnlichkeit dieses Entwicklungsvorganges mit dem von *Lumbricus* ist augenscheinlich.

Der weibliche Fortpflanzungsapparat legt sich als ein im Mesoderm gelegener solider Zellenkörper an; ob er jedoch ursprünglich dem Mesoderm angehört oder dem Ektoderm oder dem Endoderm, ist noch unklar. Der Zellenkörper nimmt Schlauchform an und mündet schliesslich nach aussen, indem er mit einem nach innen gerichteten Fortsatze des Ektoderms, aus dem die Vagina hervorgeht, verschmilzt.

Die Jungen werfen zweimal ihre Cuticula ab, einmal wenn sie aus dem Ei schlüpfen, und dann wenn sie ihre Geschlechtsorgane erhalten.

Man hat die *Nematoden* in drei Hauptgruppen getheilt [2]) — *Polymyarier*, *Meromyarier* und *Holomyarier* — welche durch die Beschaffenheit ihres Muskelsystems charakterisirt sind.

1) Bütschli, »Zur Entwicklungsgeschichte des *Cucullanus elegans*.« — Zeitschrift f. wiss. Zoologie, B. XXVI. S. 103. Hallez (Revue des Sciences Naturelles, 1877) hat einen ähnlichen Vorgang bei *Anguillula aceti* beobachtet, bestreitet jedoch, dass der Blastoporus zum Munde werde.

2) Schneider, »Monographie der Nematoden«, 1866. Siehe ferner Bastian, »Monograph of the Anguillulidae«. — Transactions of the Linnean Society, London, 1865; und »On the anatomy and physiology of the Nematoids.« — Philosophical Transactions, 1866; ferner mehrere Abhandlungen von Bütschli. Letzterer behauptet, die Muskeln beständen bei den »*Holomyariern*« ebenso gut aus Muskelzellen wie bei den übrigen Nematoden (»Giebt es Holomyarier?« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXIII. S. 402).

Bei den *Polymyariern* zerfallen die Muskeln der Körperwandungen in viele Reihen, von denen jede aus zahlreichen »Muskelzellen« besteht. Bei den *Meromyariern* sind nur acht Längsreihen solcher Muskelzellen vorhanden, je zwei zwischen einem Seitenfelde und der dorsalen, beziehungsweise ventralen Mittellinie. Bei den *Holomyariern* zerfallen die Muskeln nicht in Reihen von Muskelzellen.

Die beiden ersten Abtheilungen umfassen nur solche Gattungen welche der obigen allgemeinen Schilderung entsprechen; unter den *Holomyariern* treffen wir dagegen mehrere abweichende Formen. So besitzt *Trichocephalus* keine Seitenfelder. *Ichthyonema* hat keinen After, *Mermis* hat keinen After und nur einen rudimentären Darmcanal; dagegen besitzt sie Seitenfelder und die Männchen haben Spicula. *Gordius* hat keine Seitenfelder und nur die ventrale Mittellinie, der Darmcanal ist bis auf ein Rudiment reducirt ohne Mund- oder Afteröffnung, und das Männchen hat keine Spicula. Bei den beiden letztgenannten Gattungen ist der Embryo am Vorderende mit Stacheln versehen, mittels deren er sich in den Körper von Insecten in denen er schmarotzt, einbohrt. *Sphaerularia* besitzt einen ähnlich rudimentären Darmcanal und das Männchen ist, wie LUBBOCK nachgewiesen hat, beständig am Weibchen angeheftet.

Manche Nematoden, z. B. *Leptodera*, *Pelodera*, leben im Wasser oder in feuchter Erde und sind niemals eigentliche Schmarotzer. Sie erfordern indessen zur Entwicklung ihrer Geschlechtsorgane viel stickstoffreiche Nahrung; im geschlechtlichen Zustande findet man sie daher nur in faulenden pflanzlichen und thierischen Substanzen. Die ungeschlechtlichen Würmer, die in feuchter Erde leben, kann man leicht durch ein paar Tropfen Milch oder ähnliche Nahrungsstoffe herbeilocken.[1] Dann vermehren sie sich, so lange das Futter ausreicht, mit ungeheurer Schnelligkeit; sobald dies aber verzehrt ist, wandern die zuletzt ausgeschlüpften Jungen davon. Im Laufe ihrer Wanderungen gehen die Embryonen in den Larvenzustand über, werden indessen vorher doppelt so gross wie diejenigen, welche in faulenden Substanzen zu Larven werden. Die Cuticula des Embryos verdickt sich, schliesst sich an der Mund- und Afteröffnung und bildet so eine Kapsel für die Larve. Diese Kapsel hindert jedoch die Larve nicht, sich umher zu bewegen und ihre

1) SCHNEIDER, a. a. O. S. 362—363.

Wanderungen fortzusetzen; endlich aber tritt sie in einen Ruhezustand ein. Gleichzeitig wird die innere Masse in Folge der Anhäufung von kleinen Fetttröpfchen in durchfallendem Lichte dunkel, und wenn dieser Zustand lange andauert, so stirbt die Larve. Sollten die Larven austrocknen, so sorgt dieser Umstand für ihre Erhaltung: es löst sich die Cuticula ab und bildet eine schützende Kapsel. Befeuchtet man sie, so kehrt die Larve wieder zum Leben zurück. Auch Rundwürmer, welche unter natürlichen Verhältnissen frei leben, können in Würmer und Schnecken einwandern und sich dort einkapseln, erreichen indessen ihre Geschlechtsreife erst dann, wenn der Wurm oder die Schnecke stirbt, und ernähren sich dann von den Fäulnissproducten derselben.

Anguillula scandens, das Nematod, das in Weizenähren lebt und dort einen krankhaften Zustand hervorruft, ist ein echter Parasit. Die Jungen schlüpfen aus den von den Alten in die Aehren gelegten Eiern aus und kapseln sich dort ein. Stirbt der Weizen ab, so werden die Larven frei und kriechen auf der feuchten Erde umher, bis sie eine junge Weizenpflanze treffen, kriechen auf diese hinauf und nisten sich in den sich entwickelnden Aehren ein. Hier werden sie geschlechtsreif und leben auf Kosten der Inflorescenz, welche dadurch in eine Art Galle verwandelt wird.

Die meisten im Darmcanal zahlreicher Thiere vorkommenden Nematoden sind im geschlechtlichen Zustande Parasiten, besitzen aber eine längere oder kürzere Periode der Freiheit als Larven oder Eier. Einige jedoch, wie *Cucullanus elegans*, sind sowohl im ungeschlechtlichen wie im geschlechtlichen Zustande Parasiten: im Ersteren leben sie in *Cyclops*, im Letzteren in verschiedenen Süsswasserfischen, namentlich im Barsch.

Trichina spiralis[1]) wird geschlechtlich im Darmcanal des Menschen, des Schweines und anderer Säugethiere; aber die im Darmcanal frei werdenden Jungen bohren sich durch dessen Wandungen hindurch und wandern in die willkürlichen Muskeln ein, wo sie sich im ungeschlechtlichen Zustande einkapseln. Wird so mit Trichinen inficirtes Fleisch gegessen, so werden die Trichinen frei, erlangen im Darmcanal ihre Geschlechtsreife, und die Tausende von Embryonen, die sich nun entwickeln, bohren sich unmittelbar in die ausserhalb des Darmcanales gelegenen Gewebe ihres Wirthes ein.

1) R. Leuckart, »Untersuchungen über Trichina spiralis.« Leipzig, 1866.

Die in Insecten schmarotzenden Gattungen *Gordius* und *Mer*
sind ungeschlechtlich, so lange sie Parasiten sind; wenn sie a
ausgewachsen sind, verlassen sie den Körper ihres Wirthes, erha
Geschlechtsorgane, begatten sich und legen Eier, aus denen Jun
hervorgehen, welche sich in Insecten einbohren.

Wie erwähnt, sind die *Nematoden* meistentheils getrennt
schlechtlich. Schneider hat indessen gewisse Arten der nicht schm
rotzenden Gattungen *Leptodera* und *Pelodera* entdeckt, welche imm
äusserlich als Weibchen erscheinen, in deren Ovarialschläuchen s
indessen Spermatozoen entwickeln und eine Befruchtung stattfind
Es wurde diese Thatsache dadurch ausser allem Zweifel festgestel
dass man Embryonen von diesen Nematoden isolirte und die En
wicklung der Spermatozoen verfolgte, welche nämlich durch Th
lung der ersten aus der Rhachis hervorgehenden Zellen entsteh
Nach einiger Zeit hört die Bildung von Spermatozoen auf und d
von der Rhachis sich ablösenden Zellen werden zu Eiern, welc
von den vorher entwickelten Spermatozoen befruchtet werden. Di
Nematoden sind wahrscheinlich die vollständigsten und ausschlie
lichsten Zwitter, die man im Thierreich kennt. *Ascaris nigroven*
lebt als Schmarotzer in den Lungen der Frösche und Kröten und e
reicht eine Länge von achtzehn Millimeter. Sie besitzt die Chara
tere eines Weibchens, und niemals hat man ein Männchen gefund
sondern die Spermatozoen entwickeln sich in derselben Weise w
bei den eben geschilderten Formen in den Ovarien. Wenn di
Ascaris ihre Eier abgelegt hat, so wandern die Embryonen in d
Darm der Amphibien ein, leben dort als Parasiten und werden z
Männchen und Weibchen — welche kleiner sind, als die zwitt
Form (nicht viel über ein Millimeter), und auch noch in ande
Punkten von diesen abweichen. Sie werden mit dem Koth d
Frosches entleert, und die Weibchen erzeugen, wenn sie in feuc
Erde oder Schlamm gerathen, einige Eier. Aus diesen Eiern en
wickeln sich im Körper der Mutter Embryonen und fressen der
Organe vollständig auf, bis schliesslich die Cuticula nur noch ei
Kapsel für sie bildet. Gelangen die frei gewordenen Embryonen
den Mund eines Frosches, so wandern sie in die Lungen desselb
ein und nehmen die Charaktere der grossen zwittrigen Form an.

Möglicherweise entspricht der Guinea-Wurm (*Filaria mediner*
sis), der in heissen Klimaten in der Haut des Menschen lebt, de

zwittrigen Stadium eines ähnlich dimorphen Nematoden, während man bisher angenommen hat, er vermehre sich ungeschlechtlich.

SCHNEIDER hat auf die zahlreichen Punkte hingewiesen, in denen die *Nematoden* Aehnlichkeit mit den *Oligochaeten* und den *Polychaeten* besitzen. Sie unterscheiden sich indessen von diesen nicht minder als von den *Turbellarien* und den *Rotiferen* dadurch, dass sie nur Längsmuskeln in der Leibeswand besitzen. In dieser Hinsicht stimmen sie mit *Rhamphogordius* und *Polygordius* (welche von SCHNEIDER in der Gruppe der *Gymnotomen* vereinigt werden[1]) überein, segmentirten Würmern ohne Borsten aber mit Mesenterien, Segmentalorganen und Pseudhämalgefässen. *Polygordius* hat eine telotroche Larve und besitzt in seiner Entwicklung sowie in anderen Beziehungen ausserordentliche Aehnlichkeit mit einem polychaeten Annelid. BÜTSCHLI[2]) dagegen legt Nachdruck auf den Zusammenhang zwischen den *Nematoden* und den *Gastrotrichen* (siehe Cap. IV. S. 172) und *Atrichen* (*Echinoderes*), welche er in die Gruppe der *Nematorhynchen* einerseits und in die der niederen Arthropoden, wie der *Tardigraden*, andererseits stellt.

Die Physemarien. — Seit der Beendigung des dritten Capitels dieses Werkes hat HAECKEL[3]) eine Darstellung gewisser niederer *Metazoen* veröffentlicht, welche die zwei Gattungen *Haliphysema* und *Gastrophysema* umfasst; beide wurden früher theils mit den Schwämmen, theils mit den Protozoen zusammengeworfen.

Es sind kleine Seethierchen von der Gestalt von Bechern mit längeren oder kürzeren Stielen, mittels deren sie festsitzen. Der Hohlraum des Bechers, in den eine weite oder enge Mundöffnung führt, ist entweder einfach (*Haliphysema*) oder durch ringförmige Einschnürungen in zwei oder mehrere zusammenhängende Kammern getheilt (*Gastrophysema*). Die Wandung besteht aus zwei Schichten, einem Ektoderm und einem Endoderm. Letzteres wird von einer einzigen Schicht von Geisselzellen ähnlich denen der Spongien gebildet, an der Innenfläche des Endoderms; eine Reihe von grösseren Geisselzellen ist ferner in einer Spirale in der Nähe des Mundes an-

1 Siehe oben, S. 167, Anmerkung.

2) BÜTSCHLI, »Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung *Chaetonotus*. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXVI. S. 363. Siehe ferner LUDWIG, »Ueber die Ordnung *Gastrotricha*.« Ebenda, Bd. XXVI. S. 166.

3 E. HAECKEL, »Biologische Studien«, Heft II. 1877.

geordnet. Das Ektoderm ist ein Syncytium, das fremde Körper Schwammnadeln und Foraminiferenskelete in sich aufnimmt und ein falsches Skelet erhält, dessen Beschaffenheit bei verschied. Arten verschieden, aber für jede constant ist. Die Fortpflan. geschieht durch Eier, welche sich aus modificirten Endoderm bilden sollen. Bei *Gastrophysema* erzeugt nur das Endoderm innersten Kammer Eier. Der Ort der Entwicklung der Spermato ist nicht ermittelt worden.

Die Dottertheilung ist eine totale und regelmässige, und e daraus eine blasenförmige Morula (*Archiblastula*, Haeckel) her deren Zellen mit je einem Geisselhaare versehen sind. Durch I stülpung entsteht eine Gastrula; die späteren Entwicklungsstad aber sind nicht beobachtet.

Wie Haeckel zeigt, sind die *Physemarien* augenscheinlich ein seits mit den *Poriferen*, andrerseits mit den *Coelenteraten* verw sie repräsentiren in der That fast vollständig den gemeinsamen phologischen Plan, als dessen Modification diese Thiere erschei

Die Acanthocephalen. — Die Parasiten, welche die tung *Echinorhynchus* bilden, bewohnen im geschlechtlichen Zust die verschiedenen Wirbelthierklassen, finden sich bei den Wirb losen aber nur im ungeschlechtlichen.

Der *Echinorhynchus* aus dem Flunder, der als Beispiel für d Gruppe dienen mag, bewohnt das Rectum dieses Fisches, wel er in der Weise durchbohrt, dass das Vorderende oder der K von einer Cyste umschlossen, auf der Peritonealfläche hervorse während der übrige Körper frei in die Darmhöhle hinabhängt. der Stelle, wo der Wurm in dem Darmcanal steckt, besitzt er e stark eingeschnürten Hals. Es hat den Anschein, als ob die E norhynchen schliesslich ganz aus dem Darm herauskriech wenigstens findet man sie manchmal in Cysten lose in der Bau höhle. Das Vorderende des *Echinorhynchus* geht in einen kur cylindrischen Rüssel aus, der mit vielen Reihen nach hinten bogener Haken bedeckt ist. Dahinter befindet sich eine Ansch lung, in welcher das Integument und die Muskelscheide durch e beträchtlichen Zwischenraum getrennt sind. Hinter dem ein schnürten Halse, welcher den Körper von dieser vorderen Ansch lung trennt, besitzt jener eine dicke gelbliche Aussenwand. zwischen dieser und der innern Muskelscheide liegt ein System

iefässen, das aus zwei durch netzförmig anastomosirende Canäle erbundenen Längsstämmen besteht. Diese Canäle scheinen keine igenen Wandungen zu besitzen. Auch Wimpern sieht man nicht larin, sondern die in der darin enthaltenen klaren Flüssigkeit chwimmenden winzigen Körnchen werden, vie es scheint, durch die Contractionen des Körpers hin und her getrieben. Unten enden lie Gefässe sämmtlich in blinden Canälen, velche um den Rand des trichterförmigen linterendes angeordnet sind. Nach innen von len Gefässen liegt eine doppelte Schicht von nastomosirenden Muskelfibrillen; die äusseren ind Ring-, die inneren Längsmuskeln.[1])



Fig. 177. — Vorderende des Körpers von *Echinorhynchus angustatus* (nach LEUCKART). Vorn der mit Haken besetzte Rüssel, welcher sich nach hinten in den Rüsselstiel fortsetzt; im Grunde des Letztern das Ganglion mit den davon ausstrahlenden Nerven, zu den Seiten die Lemnisken.

Die Körperhöhle ist von einer Flüssigkeit rfüllt, in welcher die Eier oder Spermatozoen imherschwimmen. An ihrem Vorderende sitzen er Wand zwei länglich ovale Körper an und ängen frei in die Höhle hinein: es sind die *Lemnisken* (Fig. 177 und 178). Dieselben wer- len von Gefässen durchzogen, die mit denen er Körperwand in Verbindung stehen.

Die Achse des Rüssels verlängert sich nach inten in einen langgestreckten nahezu cylin- rischen hinten abgerundeten Stiel, welcher vie eine Handhabe in die Leibeshöhle hinein- ängt. Das Ende dieses Stieles steht durch reite Rückziehmuskeln mit der Leibeswand n Zusammenhang und dient dem Aufhängungsband des Geschlechts- pparates zum Ansatz. Etwas über diesen setzen sich zwei andere änder an und ziehen schräge nach vorne an die Leibeswand: es ind nicht, wie gewöhnlich angegeben wird, blosse Muskeln, son- ern sie enthalten ein weites Gefäss, das mit einem geräumigen inus in Verbindung steht, welcher den Achsentheil des Stieles des üssels von der ihn umhüllenden Scheide trennt. In der Achse des üsselstieles liegt das ovale Ganglion, das einige schwache Aeste ach oben abgiebt und zwei stärkere Seitenstämme, die sich in die

1) Ueber die merkwürdige Structur dieser Muskeln siehe SCHNEIDER, »Ueber en Bau der Acanthocephalen.« — Archiv f. Anat. und Physiol. 1868.

Gefässe der schrägen Bänder und bei anderen Arten bis in die K… wand und an die Geschlechtsöffnung verfolgen lassen. An letz… Stelle hat SCHNEIDER beim Männchen zwei Ganglien gefunden.



Fig. 178. — Männchen von *Echinorhynchus angustatus*. (Nach LEUCKART.)

Es sind weder Mund- noch Darmcana… *Echinorhynchus* vorhanden, so dass das T… wahrscheinlich die Nahrungsstoffe durch die … perwandungen aufsaugt. Die Fortpflanzung… organe sind sowohl beim Männchen wie … Weibchen durch ein Aufhängeband am Ende … Rüssels befestigt und erstrecken sich von … durch die Achse des Körpers bis aus Hinter… Hier münden sie auf einer Papille am Gr… einer trichterförmigen Verbreiterung des Kör… endes, welche in beiden Geschlechtern be… aber beim Männchen deutlicher ausgebildet … durch eine halsartige Einschnürung vom Kör… ende abgesetzt erscheint. An jeder Seite vo… Papille findet sich ein Organ, das ganz wie … Saugscheibe aussieht, augenscheinlich aber … contractil ist, während der Trichter selbst s… beständig rhythmisch zusammenzieht.

Beim Männchen (Fig. 178) bestehen die H… aus zwei hinter einander gelegenen ovalen Säck… welche durch doppelte, oft mit eigenthümli… Anhangsdrüsen versehene vasa deferentia in V… bindung mit der Geschlechtsöffnung stehen, we… mit einem langen Penis ausgestattet ist. B… Weibchen ist das Ovarium ein unpaarer, lan… dünnwandiger, cylindrischer Schlauch, de… Vorderende gewöhnlich auf eine kurze Strecke … ist. Weiter nach hinten treten klare, blasse, n… liche Massen auf, mit Hohlräumen, in denen k… perchen liegen, welche aussehen, wie die K… flecken von Eiern. Noch weiter nach hin… werden diese Körperchen elliptisch und umge… sich mit einer membranösen Hülle, welche n… und nach dicker wird und an ihrer Innenseite an jedem Ende e… Spiralfaden erzeugt, welcher das darin liegende Ei umfasst. … dieser Form gelangen die Eier in die Leibeshöhle, wo sie si…

grossen Mengen anhäufen: ich habe übrigens bei dieser Art niemals die frei umherschwimmenden Eimassen beobachtet, welche von anderen Echinorhynchen beschrieben sind. Vom untern Ende des Ovariums entspringen zwei kurze Eileiter oder richtiger Samenleiter, und verschmelzen fast unmittelbar darauf zu einer Art Uterus, welcher sich in die Vagina fortsetzt. Nach oben geht der Uterus in einen kurzen, offnen, trichterförmigen Canal über, der zwischen den beiden Eileitern liegt und nach v. SIEBOLD die Eier durch eine eigenthümliche schluckende Bewegung aus der Leibeshöhle aufnimmt.

Die Embryonen der verschiedenen *Echinorhynchus*-Arten sind etwas verschieden gebaut. Die von v. SIEBOLD beschriebenen Embryonen von *E. gigas* besitzen ähnlich wie diejenigen der *Cestoden* Haken, doch nur vier an der Zahl. Ungeschlechtliche Echinorhynchen hat man in *Cyclops* und in den Muskeln von Fischen gefunden. Nach LEUCKART sollen sie ihre Geschlechtsorgane im Darmcanal von *Gadus lota* erhalten. Demselben ausgezeichneten Beobachter ist es gelungen, die Entwicklung von *E. proteus*, einem in vielen Süsswasserfischen, namentlich im Barsch häufig lebenden Schmarotzer, zu verfolgen.[1] Das ungeschlechtliche Stadium desselben *Echinorhynchus* hatte LEUCKART früher in *Gammarus pulex* gesehen. Er brachte nun in Wasser, welches solche Krebse enthielt, Eier von *E. proteus*. Nach wenigen Tagen liesen sich diese Eier leicht im Darmcanal des *Gammarus* nachweisen, während sich zahlreich aus der Eischale ausgeschlüpfte Embryonen in den Anhängen des Krebses fanden.

Jedes Ei besitzt zwei Hüllen, eine äussere aus Eiweiss und eine innere aus Chitin bestehende. Die erstere wird bei dem Durchtritt durch den Darmcanal verdaut; die zweite wird später vom Embryo gesprengt, der sich alsdann durch die Darmwandung in die Leibeshöhle einbohrt und von hier an die zu seiner Entwicklung geeignete Stätte gelangt.

Der Körper des Embryos ist etwa spindelförmig und besteht aus einem von einer Cuticula umhüllten farblosen durchsichtigen

---

1) R. LEUCKART, »Ueber Echinorhynchus.« — Gottinger Gelehrte Nachrichten, 1862. Ergebnisse weiterer Forschungen und eine Geschichte des Gegenstandes finden sich in LEUCKARTS Programm »De statu et embryonali et larvali Echinorhynchorum eorumque metamorphosi«, 1873; ferner im Schlusshefte der »menschlichen Parasiten« (1876), welches mir zu spät zugegangen ist, als dass ich es an dieser Stelle noch hätte benutzen können.

Parenchym. Das Parenchym kann in eine äussere homogene, c… tractile Schicht und eine halbflüssige Marksubstanz zerfallen. Inn… halb der Letzteren liegt eine eiförmige centrale Masse, die … grossen stark lichtbrechenden Körnchen besteht. Vereinzelte Kö… chen derselben Art findet man auch überall in der weichen Ma… substanz zerstreut. An seinem Hinterende geht der Embryo in ei… Spitze aus, während das entgegengesetzte Ende nach der Bauchs… zu schräg abgestutzt erscheint. An dieser schrägen Fläche bem… man zwei Reihen gerader Stacheln, in jeder fünf (selten sechs). … der Nähe der Mittellinie vereinigen sich die beiden Reihen und b… den einen Bogen, dessen Scheitel der centrale grösste Stachel d… stellt. Zwei kurze, leistenartige Erhebungen der Cuticula nahe … der Mittellinie trennen die Stacheln der beiden Seiten von einand… Dahinter entsendet die peripherische Schicht einen knopfähnlich… Fortsatz.

Nach Verlauf von vierzehn Tagen findet man, dass der Embr… viel grösser geworden ist, ohne jedoch seine Form erheblich ve… ändert zu haben. Das Vorderende besitzt zwei rundliche Erhebun… gen; die Borsten liegen noch an ihrer ursprünglichen Stelle. D… peripherische Schicht ist dicker und schärfer begrenzt geword… während ihr knopfartiger Fortsatz inzwischen verschwunden ist. D… jetzt viel grösser gewordene Centralmasse hat eine kuglige Gest… angenommen. Sie ist nicht mehr körnig, sondern besteht aus zah… reichen blassen Zellen, welche sich rasch zu vermehren fortfahren. Während der dritten Woche beginnen zahlreiche grosse gelbe Körn… chen in der äusseren Schicht des Embryos aufzutreten. In derselb… finden abgesehen vom Wachsthum keine weiteren Veränderung… statt. Die noch beständig fortwachsende Centralmasse dagegen nimmt allmählich das Aussehen eines jungen *Echinorhynchus* an. Leuckart hat diese Entwicklungsweise mit Recht mit derjenigen ge… wisser Echinodermen oder mit der Entstehung der Nemertinen-Larve in ihrem *Pilidium* verglichen.

Der erste Theil, der sich differenzirt, ist die Höhle des zukünf… tigen Rüssels: sie tritt als ein durchsichtiges linsenförmiges Bläs… chen am Vorderende der kugligen Masse auf. Dahinter sieht man bald die Anlagen des Achsenstranges und des darin gelegenen Gan… glions. Zur selben Zeit wird das Aufhängeband sammt den daran hängenden Fortpflanzungsorganen sichtbar. Ferner haben die Mus… keln der Körperwand angefangen sich zu entwickeln. Darauf wächst

der centrale Abschnitt des jungen *Echinorhynchus* rasch in die Länge; seine Wand wird dünner, hebt sich von den darin liegenden Gebilden ab und lässt so die erste Spur der Leibeshöhle hervortreten. Etwa um diese Zeit werden auch die Geschlechtsunterschiede erkennbar. Das Hinterende des Körpers erfährt eine unverhältnissmässige Grössenzunahme. Die Muskeln werden deutlicher und die Anlagen der Geschlechtsorgane treten klarer hervor. Endlich nimmt der junge *Echinorhynchus* fast das ganze Innere des Embryos ein, dessen Wandungen inzwischen nur geringe histologische Veränderungen durchgemacht haben. Die Stacheln sind indessen verschwunden, wie es scheint sammt der Cuticula, welche sie trug. Eine Sprengung der übrigen Embryonalgebilde findet nicht statt, sondern sie setzen sich allmählich an den Körper des von ihnen umschlossenen *Echinorhynchus* an, legen sich eng an seine Oberfläche und bleiben augenscheinlich während seines ganzen Lebens bestehen. Die Entwicklung des *Echinorhynchus* geht jetzt ihrem Abschlusse entgegen. Die Lemnisken treten auf. An der Oberfläche des Rüssels entstehen Haken, doch nicht, wie man vermuthen könnte, aus der äusseren Cuticula desselben, sondern aus eigenthümlich umgebildeten Zellen einer innern Membran. Die inneren Organe beginnen ihr endgültiges Aussehen anzunehmen. Die äussere Form des erwachsenen Organismus wird nur langsam erreicht, und einige Veränderungen, welche nach der Einwanderung des *Echinorhynchus* in seinen definitiven Wirth erfolgen, hat man noch nicht beobachtet.

Die *Acanthocephalen* besitzen in ihrem Baue unzweifelhaft eine gewisse Aehnlichkeit mit den *Nematoden* und besonders mit den *Gordiaceen*; allein die fundamentalen Unterschiede im Bau des Muskel- und des Nervensystems sowie der Fortpflanzungsorgane sind so gross, dass man die *Acanthocephalen* unmöglich als *Nematoden* betrachten kann, die eine rückschreitende Metamorphose erfahren haben. Man muss, scheint mir, in diesem Falle wie bei den *Cestoden* und *Dicyemiden* auch an die Möglichkeit denken, dass darmlose Schmarotzer nicht nothwendig durch Umbildung von freilebenden, mit einem Darm ausgestatteten Formen abstammen müssen.

Die Dicyemiden. — Im Jahre 1830 entdeckte Krohn in den Harnorganen von *Cephalopoden* gewisse bewimperte, fadenförmige Schmarotzer, denen Kölliker später den Namen *Dicyema* gab. In jüngster Zeit sind diese seltsamen Organismen einer erneuten Unter-

suchung durch E. van Beneden unterworfen, dessen eingehender A- handlung[1]) ich die folgende Schilderung ihres Baues entnehme.

Der Körper eines *Dicyema* (Fig. 179, I) besteht aus einer gros- cylindrischen oder mehr oder minder spindelförmigen Achsenz- welche sich von dem schwach verbreiterten Kopfende, mit dem Thier festsitzt, bis an das Hinterende erstreckt und von einer e- zigen Schicht von verhältnissmässig kleinen, platten Rindenzell- umgeben ist. Diese sind wie ein Pflasterepithel um die Achsenz- angeordnet, so dass ihre Ränder einander berühren; sie entha- Kerne und ihre freie Oberfläche wimpert. Zwischen den Rinde- zellen und der Achsenzelle besteht kein Zwischenraum, und Organismus ist ein einfaches Zellenaggregat ohne Binde-, Mus- oder Nervengewebe.

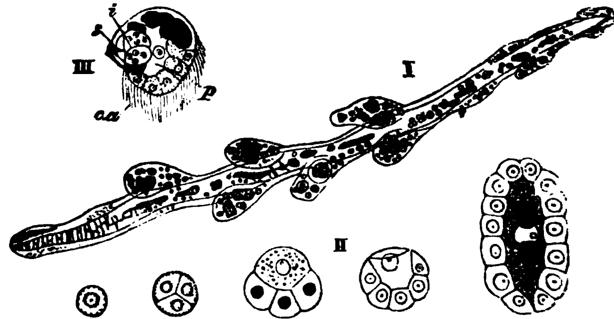


Fig. 179. — *Dicyema*. (Nach E. van Beneden.)
I. *D. typus*; man sieht die grossen Papillen der Rindenschicht und die Keime im Innern Achsenzelle.
II. *D. typus*. Verschiedene Entwicklungsstadien des wurmförmigen Embryos.
III. Infusorienförmiger Embryo aus den Harnorganen von *Eledone moschata*, nach Behand- mit Osmiumsäure: *p*. die Urne; *ca*. Wimperkörper; *s*. Lid der Kapsel; *i*. vielkernige im Innern derselben.

Die Rindenzellen, welche das vordere oder Kopfende des *Dicy-* bedecken, haben eigenthümliche Charaktere und werden als »P- zellen« unterschieden. Sie sind so angeordnet, dass der Kopf bi- teral symmetrisch ist. Manchmal bilden die Polzellen allein die Ko- anschwellung; in anderen Fällen aber tragen Zellen des anliegen- Körpertheiles (»Parapolarzellen«) mit zur Umhüllung des Kopfes b- In manchen Ektodermzellen häufen sich stark lichtbrechende Kü- chen und Stäbchen an, infolge dessen dieselben papillenartig v- springen.

1) E. van Beneden, »Recherches sur les Dicyémides.« — Bulletin de l'A- Royale de Belgique, 1876.

Die Achsenzelle ist eine Protoplasmamasse. Ihre verhältnissmässig dichte Aussenschicht geht in ein centrales Netzwerk über, in dessen Mitte ein grosser ovaler Kern liegt.

Die Fortpflanzung geschieht durch Bildung von Keimen und Entwicklung von Embryonen aus denselben in der Achsenzelle. Die Embryonen sind von zweierlei Art, die Einen wurmförmig, die Anderen infusorienförmig, und finden sich nicht in demselben *Dicyema* nebeneinander, sondern in Individuen von etwas verschiedenen Charakteren. Diejenigen, welche die wurmförmigen Embryonen erzeugen, heissen *Nematogena*, die anderen *Rhombogena*.

Bei den *Nematogenen* entstehen die Keime im Protoplasmanetze der Achsenzelle und sind Anfangs kleine kuglige Körperchen mit je einem Kerne. Diese Keimzelle theilt sich in zwei, und jede von diesen zerfällt abermals in zwei, so dass vier entstehen, von denen eine ungetheilt bleibt, während die übrigen sich forttheilen. Die Erstere wird dagegen immer grösser, und es geht daraus eine Achsenzelle hervor, um welche sich die anderen anordnen und sie schliesslich ganz einhüllen. Ehe sie sich jedoch berühren, umgeben sie die Oeffnung, durch welche die Achsenzelle hervorragt. Diese Oeffnung entspricht dem oralen Pole.

Ehe das so gebildete junge *Dicyema* den Körper verlässt, was gewöhnlich mit Durchbrechung des oralen Poles geschieht doch kann es auch seitlich die Wand durchbrechen), treten zwei Embryonen derselben Art in ihrer Achsenzelle auf.

Bei den *Rhombigenen* entwickeln sich die Keime in einer bis fünf besonderen kernhaltigen Mutterzellen, deren Ursprung unbekannt ist. Sie finden sich eingebettet im Protoplasma der Achsenzelle, und die Keime entwickeln sich endogen aus dem Protoplasma der Mutterzelle, deren Kern unverändert bleibt. Die Keime theilen sich und werden zu kugligen, aus zwei Arten von Zellen, kleinen und grossen, bestehenden Körpern. Jeder dieser Körper verwandelt sich in einen infusorienförmigen, bilateral symmetrischen Embryo, der aus einer »Urne«, einem »Wimperkörper« und zwei »lichtbrechenden Körpern« besteht. Die an der ventralen Seite des Embryos gelegene Urne setzt sich aus einer »Kapsel«, einem »Lide« und einem Inhalt zusammen.

Letzterer besteht aus vier körnigen Massen, deren jede zahlreiche Kerne enthält und sich schliesslich mit Wimpern bedeckt. Die lichtbrechenden Körper entstehen in zwei benachbarten Zellen.

Sie bedecken die Urne zum Theil vorn und bilden den grös-
Abschnitt der dorsalen Seite des Embryos. Der Wimperkor-
besteht aus Wimperzellen und bildet den Schwanzabschnitt
Embryos.

Während der wurmförmige Embryo im Körper des Cephalop-
in dem das Mutterthier lebte, zum *Dicyema* wird, wird der infusor-
förmige Embryo frei und dient wahrscheinlich zur Uebertragung d-
Schmarotzers von einem Cephalopod auf das andere.

E. van Beneden vergleicht die Rindenschicht eines *Dicyema* d-
Ektoderm, die Achsenzelle dem Endoderm eines Metazoons, und
Entstehungsweise des Embryos dem Vorgange der Epibolie bei d-
Metazoen. Wegen des vollständigen Mangels einer Mesoblastschi-
schlägt er jedoch vor, für das *Dicyema* eine neue Abtheilung *Me-
zoen*, welche zwischen den *Protozoen* und den *Metazoen* steht, au-
zustellen.

Capitel XII.

Die Taxonomie der wirbellosen Thiere.

Die in den vorhergehenden Capiteln befolgte Gruppirung der verschiedenen Formen wirbelloser Thiere ist blos als eine zeitweilige Anordnung zu betrachten. Jedes Capitel, vom zweiten bis zum zehnten, ist einer Reihe von Formen gewidmet, deren morphologische Beziehungen mehr oder minder klar sind, während in Capitel XI theils solche Gruppen zusammengestellt sind, welche in einer der vorhergehenden Reihen nicht gut ihren Platz finden, theils solchen, welche erst aufgestellt sind, als dies Werk bereits begonnen war.

Unsre Kenntnisse von der Anatomie und besonders von der Entwicklung der Wirbellosen nehmen mit so wunderbarer Geschwindigkeit zu, dass die Ansichten der Taxonomen über die Art und Weise, wie diesen Kenntnissen in der Classification der gehörige Ausdruck zu geben sei, beständigen Veränderungen unterliegen und voraussichtlich auch in Zukunft noch einige Zeit unterliegen werden.

Für den Anfänger, welcher geneigt ist, den Irrthum zu begehen, in der Classification die Grundlage und das Wesen der Morphologie zu sehen, statt dessen, was sie wirklich ist, die Krönung und der Ausfluss derselben, hat dieser Zustand der Dinge etwas Verwirrendes. Jedes Lehrbuch bietet ihm ein anderes System, und es ist wohl begreiflich, wenn er an einem festen Halt in einer Wissenschaft verzweifelt, deren allgemeinste Resultate in so verschiedener Weise dargestellt werden können. Wird er jedoch mehr auf die Thatsachen achten. welche den Gegenstand der Classification bilden. als auf die in den taxonomischen Systemen zum Ausdruck gelangende Weise der Verallgemeinerung derselben. so wird er finden. dass

diese Systeme, so abweichend sie auch erscheinen mögen, doch sehr Viel gemeinsam haben.

Es ist möglich, die wirbellosen Thiere in eine Anzahl von Gruppen zu theilen, deren einzelne jeder Morphologe als einen in sich vollkommen natürlichen Formenkreis anerkennen wird, d. h. alle so zusammengestellten Formen gleichen in gewissen Beziehungen einander und unterscheiden sich von anderen Thieren. Jeder dieser Formenkreise ist in der That eine »natürliche Ordnung« in dem Sinne, in welchem die Botaniker das Wort gebrauchen. Und wenn auch die Zahl dieser natürlichen Ordnungen durch Entdeckung neuer Formen vermehrt, oder durch den Nachweis engerer Beziehungen zwischen den bereits unterschiedenen Ordnungen, als sie bis dahin angenommen wurden, vermindert werden kann, so werden doch die morphologischen Typen, welche dieselben darstellen, immer bleiben und die einmal erlangte Kenntniss ihrer Eigenschaften ein bleibender Besitz sein.

Diese natürlichen Ordnungen brauchen nicht morphologisch oder gar numerisch gleichwerthig zu sein, und bei ihrer Bildung kommt es mehr darauf an, keine Aehnlichkeiten zu vernachlässigen, als keine Unterschiede zu übersehen. Die in den vorhergehenden Capiteln anerkannten Ordnungen sind im folgenden Verzeichniss zusammengestellt; die Abtheilungen entsprechen den Capiteln, in denen sie behandelt sind. In Erläuterungen zu den einzelnen Capiteln werde ich eine Reihe von neuen Bemerkungen anfügen, wie sie durch die während der Herstellung dieses Werkes erschienenen Darstellungen oder durch weitere Ueberlegungen bedingt erscheinen.

Abtheilung I. — *Moneren* [*Foraminiferen*] [*Heliozoen*], *Radiolarien*, *Protoplasten*, *Gregariniden*, *Catallacten*, *Infusorien* [*Opalininen*, *Ciliaten*, *Flagellaten*, *Tentaculiferen*].

Abtheilung II. — *Poriferen*, *Hydrozoen*, *Coralligenen* [*Ctenophoren*].

Abtheilung III. — *Turbellarien*, *Rotiferen* [*Nematorhynchen*], *Trematoden*, *Cestoden*.

Abtheilung IV. — *Hirudineen*, *Oligochaeten*, *Polychaeten*, *Gephyreen*.

Abtheilung V. — *Crustaceen*, *Arachniden* [*Pycnogoniden*, *Tardigraden*, *Pentastomiden*], *Myriapoden*, *Insecten*.

Abtheilung VI. — *Polyzoen*, *Brachiopoden*, *Lamellibranchiaten*, *Odontophoren*.

Abtheilung VII. — *Echinodermen*.

Abtheilung VIII. — *Tunicaten*.

Abtheilung IX. — *Peripatiden*, *Myzostomen*, *Enteropneusten*, *Chaetognathen*, *Nematoden*, *Physemarien*, *Acanthocephalen*, *Dicyemiden*.

Abtheilung I. — Im Anfang des zweiten Capitels habe ich einen Zweifel über den Werth der Unterscheidung der in dieser Abtheilung enthaltenen Gruppen nach der Anwesenheit oder Abwesenheit eines Kernes ausgesprochen und die neuesten Untersuchungen von F. E. Schulze [1]) und R. Hertwig [2]) haben meine Bedenken gerechtfertigt. Diese Beobachter haben nämlich die Existenz eines oder mehrerer Kerne bei vielen *Foraminiferen* (*Entosalenia*, *Polystomella*, *Rotalia*, *Textularia*, einigen *Milioliden*) nachgewiesen. Diese Kerne können einfach oder vielfach sein; im letztern Falle haben sie keine Beziehung zu der Kammerung des Skelets, und in der Jugend ist nur ein einziger vorhanden.

Die Entdeckung der Kerne geschah infolge der Behandlung der *Foraminiferen* auf eine besondere Weise, und bedenkt man die negativen Ergebnisse, zu denen die besten Beobachter bisher bei den *Foraminiferen* gelangt waren, und die Thatsache, dass die übrigen *Moneren* noch nicht mit Hülfe derselben Methoden untersucht worden sind, so wird man wahrscheinlich wohl daran thun, die Frage nach dem Nichtvorhandensein eines Kernes bei denselben als eine offne zu betrachten.

Hertwig schlägt vor, alle *Rhizopoden*, welche mit einer Chitinhülle oder mit Kiesel- oder Sandtheilchen bekleidet sind, oder welche ein Skelet besitzen, unter der Bezeichnung *Thalamophoren* zu begreifen; allein der Name *Foraminiferen* ist jetzt so allgemein angenommen und besteht schon so lange, dass es mir besser scheint, ihn beizubehalten.

Ich habe die *Actinophryiden* und die ähnlichen im Süsswasser

1) F. E. Schulze, »Rhizopoden-Studien, VI.« — Archiv f. mikr. Anatomie, 1876.

2) R. Hertwig, »Bemerkungen zur Organisation und systematischen Stellung der Foraminiferen.« — Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 1876.

lebenden und mit einem Radiolarienskelet versehenen Formen den marinen *Radiolarien* zusammengestellt.

Hertwig und Lesser[1]) haben sich dagegen in ihrer wichti Rhizopodenmonographie für die Abtrennung der Ersteren als ein eigenen Gruppe (derjenigen der *Heliozoen* Haeckels) ausgesproch ihr Schluss aber, es läge gegenwärtig nicht einmal ein einziges Merkmal vor, welches uns zwänge, auch nur eine entfernte Verwandschaft zwischen den *Heliozoen* und den *Radiolarien* anzunehm (a. a. O. S. 159), scheint mir doch nicht genügend gestützt zu sei

Die *Heliozoen* werden von diesen Autoren definirt als einzelli Organismen, welche gelegentlich durch Vervielfältigung des Kern vielzellig oder jedenfalls vielkernig werden. Sie sind gewöhnl kugelförmig und frei, einige jedoch sitzen mittels eines Stieles fe Das Protoplasma, aus dem sie bestehen, differenzirt sich bei d Mehrzahl in eine Rinden- und Marksubstanz (Ektosark und Endosark). Die Abgrenzung des Ektosarks gegen das Endosark ist ein verschieden ausgeprägte; bei *Actinophrys sol* gehen beide unmerklich in einander über; bei *Actinosphaerium* vollzieht sich die Umwandlung des Ektosarks in das Endosark innerhalb einer schmale überall vom Körperinnern gleichweit entfernten Zone. Am schärfsten contourirt erscheint die Grenze zwischen Ektosark und Endosark bei den *Acanthocystiden*, *Heterophryiden* etc.; aber auch h ist es nur die Verschiedenheit des Protoplasmas, keine besonde das Endosark umhüllende Membran, welche die Deutlichkeit d Grenze bedingt. Die Kerne liegen im Endosark. Wenn nur ein Ker vorhanden ist, so liegt derselbe excentrisch; sind viele Kerne vorhanden, so liegen sie regellos zerstreut. Das Ektosark enthält contract und manchmal auch nichtcontractile Vacuolen; Letztere können si auch im Endosark finden. Die Pseudopodien sind dünn und fadenförmig und umgeben den Körper strahlenförmig; manchmal finde sich an ihrer Oberfläche sich bewegende Körnchen. Verästelung sowie Anastomosen kommen selten vor. In vielen Fällen besitze sie eine Achsensubstanz, welche sich bis ins Endosark verfolg

---

1) R. Hertwig und E. Lesser, »Ueber Rhizopoden und denselben na stehende Organismen«. — Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. X, Supplementh 1874. Vollständige Nachweise über die Literatur des Gegenstandes findet in dieser Abhandlung sowie in Carpenters »Introduction to the study of Foraminifera«, 1862.

lässt. Das Kieselskelet besteht entweder aus einzelnen Nadeln oder bildet eine zusammenhängende Schale.

Die *Heliozoen* vermehren sich durch einfache Theilung mit oder ohne vorhergehende Einkapselung, und die Producte der Theilung können sich einkapseln oder nicht. Dieselben gehen entweder direct in ihre bleibende Form über, oder sie werden zu monadenförmigen, beweglichen Larven mit zwei Geisseln, einem Kern und einer contractilen Vacuole, welche sich im Laufe der Zeit zur elterlichen Form entwickeln.[1]

Ein ganz neues Licht ist auf die Frage nach der angeblichen geschlechtlichen Fortpflanzungsweise der *Infusorien* durch die Untersuchungen von ENGELMANN[2], BÜTSCHLI[3] und R. HERTWIG[4] geworfen, deren Ergebnisse sich kurz folgendermassen zusammenfassen lassen:

1. Die sogenannten acinetenförmigen Embryonen sind Schmarotzer.

---

1 Während des Druckes dieses Capitels ist mir HERTWIGS Monographie »Zur Histologie der Radiolarien« (Leipzig, 1876) zugegangen. Die *Radiolarien* werden daselbst definirt als Rhizopoden mit spitzen, verästelten, meist anastomosirenden und Körnchen führenden Pseudopodien und einem Körper, der entweder zahlreiche homogene kleinere Kerne oder einen einzigen grössern, hochdifferenzirten Kern, das Binnenbläschen, umschliesst. Der Körper wird ferner durch eine allseitig geschlossene poröse Membran in einen innern kernführenden und äussern kernlosen Theil (die Centralkapsel und den extracapsulären Weichkörper) geschieden. Die Centralkapsel ist von einer homogenen Gallerte umschlossen; in der extracapsulären Sarkode finden sich meist zahlreiche gelbe Zellen.

Die Fortpflanzung erfolgt wahrscheinlich stets, durch einen Zerfall des ganzen Körpers in einzellige, mit einer Geissel versehene Schwärmer.

Als Ergebniss dieser Untersuchungen giebt HERTWIG die nahe Verwandtschaft der *Radiolarien* und *Heliozoen* zu und meint selbst, man könne den Namen Radiolarien für beide Gruppen gebrauchen; dieselben würden dann die Unterabtheilungen der *Heliozoen* und der *Cytophoren* umfassen. Die *Radiolarien Cytophoren* werden in *Collozoen*, mit zahlreichen kleinen Kernen, und in *Colliden*, mit einem hochdifferenzirten Kern geschieden.

2 Th. W. ENGELMANN, »Ueber die Entwicklung und Fortpflanzung der Infusorien«. — Morpholog. Jahrbuch, Bd. I. S. 573.

3) O. BÜTSCHLI. »Mittheilungen über die Conjugation der Infusorien und die Zelltheilung.« — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXV. S. 201.

4) R. HERTWIG, »Ueber *Podophrya gemmipara*, nebst Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten.« — Morpholog. Jahrbuch, Bd. I. S. 20.

2. Die gelegentlich im Endoplast beobachteten stäbchenförmigen Körper sind gleichfalls Schmarotzer, wahrscheinlich Bacterien.

3. Die kugligen sogenannten Keime und die von BALBIANI als »Ovula« bezeichneten Körper haben nichts mit der Fortpflanzung zu schaffen.

4. Bei den *Vorticelliden* zerfallen nach der Conjugation die Endoplaste beider Individuen in eine Anzahl von Stücken. Diese zerstreuen sich in dem aus der Conjugation hervorgehenden gemeinsamen Körper. Der Endoplast des Letztern entsteht durch allmähliche Vereinigung vieler kleinerer Theilchen, welche im Endosark auftreten. Ob sie mit den Stücken, in welche die Endoplaste der conjugirten Individuen zerfallen sind, identisch sind, ist unsicher.

5. Wenn Infusorien, welche einen Endoplastulus sowie einen Endoplast besitzen, conjugiren, so unterliegen diese beiden Gebilde einem Zerfall, und der Endoplastulus nimmt vor dem Zerfall die streifige Structur und die spindelförmige Gestalt an, die ihm den Namen einer »Samenkapsel« eingetragen haben.

6. Das endliche Ergebniss der Conjugation besteht darin, dass in jedem der beiden conjugirten Individuen der für die Art charakteristische (einfache oder vielfache) Endoplast und Endoplastulus auftreten.

Wie es scheint, ist kein positiver Beweis dafür vorhanden, ob die gestreiften Endoplastulen der conjugirten Individuen ausgetauscht werden. BÜTSCHLI schliesst aus seinen Beobachtungen an *Stylonychia mytilus*, dass der Endoplast in vier Theile zerfällt; diese runden sich zu den sogenannten »Ovula« BALBIANIS ab und werden aus dem Körper ausgestossen, während von den vier streifigen Endoplastulen, in welche die vor der Conjugation bestehenden Endoplastulen zerfallen, einer sich in einen grossen durchsichtigen Körper verwandelt und durch Theilung die neuen Endoplaste erzeugt, welche in den *Stylonychien* nach ihrer Trennung auftreten. Zwei von den anderen werden zu den neuen Endoplastulen, während einer augenscheinlich eine rückschreitende Metamorphose durchmacht und aus dem Körper ausgestossen wird.

Aus diesen Thatsachen und aus dem Umstande, dass die Endoplastulen der Infusorien, welche sich blos theilen, die streifige Structur annehmen, muss man schliessen, dass die Auffassung der Streifen der modificirten Endoplastulen als Spermatozoen unbegründet ist, und die bemerkenswerthen Beobachtungen von BÜTSCHLI

STRASBURGER[1], E. VAN BENEDEN und O. HERTWIG[2] über die Veränderungen, welche in den Kernen sowohl thierischer wie pflanzlicher Zellen, die in Theilung begriffen sind, oder sich zu derselben anschicken, vor sich gehen, scheinen an der Berechtigung dieses negativen Schlusses keinen Zweifel zu lassen. In solchen Zellen streckt der Kern sich in die Länge und nimmt ein streifiges Aussehen an, so dass er sehr auffallend an die sogenannte »Samenkapsel« der Infusorien erinnert. Immerhin ist es noch möglich, dass die Conjugation der Infusorien einen wirklichen geschlechtlichen Vorgang darstellt und dass ein Theil der zerfallenen Endoplastulen die Rolle des Samenkörperchens spielt, dessen Conjugation mit dem Eikerne nach neueren Forschungen das Wesen des Befruchtungsvorganges darzustellen scheint.

Seit dem Nachweise, dass die »acinetenförmigen Embryonen« der *Infusoria ciliata* Schmarotzer sind, hört die oben (S. 101) ausgesprochene Ansicht von den Beziehungen der *Tentaculiferen* zu den *Ciliaten* auf, genau haltbar zu sein. Immerhin ist die Aehnlichkeit der bewimperten jungen *Acineten* mit den einfacheren Formen der *Ciliaten* so gross, dass man sie doch noch als Modificationen eines gemeinsamen Typus auffassen kann. R. HERTWIG[3] hat die interessante Beobachtung gemacht, dass einige *Acineten* zweierlei Tentakeln besitzen; die Einen sind die charakteristischen Saugorgane, die Anderen sind einfach Greiforgane und haben eine sehr ähnliche Structur wie die Greifpseudopodien der *Actinophryiden*. Derselbe Beobachter weist nach, dass die bewimperten Keime nicht aus dem Endoplast allein entstehen, sondern dass ein Theil des Protoplasmas des Körpers jedes einzelne Stück des Endoplasts umhüllt. In der That hat der Vorgang, durch den sich diese Keime entwickeln, sehr viel Aehnlichkeit mit der gewöhnlichen Zelltheilung.

Die *Opalininen* müssen augenscheinlich mit den *Infusorien* zusammengestellt werden. STEIN fasst sie einfach als die niedersten *Holotrichen*-Formen auf; allein es wird wahrscheinlich richtiger sein, sie als eine eigene Gruppe zu betrachten, welche etwa das-

1) STRASBURGER, »Ueber Zellbildung und Zelltheilung.« — Jena, 1876.

2) O. HERTWIG, »Beiträge zur Kenntniss von der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies.« — Morphologisches Jahrbuch, Bd. I. S. 347.

3) R. HERTWIG, »Ueber *Podophrya gemmipara* etc.« — Morpholog. Jahrb., Bd. I. S. 20.

selbe Verhältniss zu den *Ciliaten* einnimmt wie die *Gregariniden* zu den *Amoeben*.

Abtheilung II. — Die Lösung des Problems der Entwicklungsweise der Schwämme ist bedeutend gefördert durch die Untersuchungen von O. SCHMIDT[1], F. E. SCHULZE[2]) und besonders von BARROIS[3], welche die Angabe von METSCHNIKOFF bestätigen, dass die blasenförmige Morula, welche den frühesten Zustand des Schwammembryos darstellt, aus zweierlei Blastomeren bestehe; diejenigen der einen Hälfte des kugligen oder abgeflachten Embryos sind längliche Geisselzellen, diejenigen der andern rundlich, körnig und ohne Wimpern. SCHULZE und BARROIS haben unabhängig von einander festgestellt, dass die letztere Gegend manchmal eine theilweise Einstülpung erfährt und dass so ein becherförmiger Körper entsteht, mit einem Epiblast aus Geisselzellen und einem Hypoblast aus kugligen, wimperlosen Zellen. Das »Gastrula«-Stadium HAECKELS mag demnach wol existiren, entsteht aber nicht durch Delamination, wie dieser annahm, sondern durch Einstülpung. Dieses Gastrulastadium scheint aber nicht immer vorzukommen und, wenn es vorkommt, nur vorübergehend zu bestehen, insofern die Hypoblastzellen später grösser werden, über die Epiblastzellen hervorragen und so den so oft beobachteten freischwimmenden ovalen Embryo mit einer wimpernden und einer wimperlosen Hälfte erzeugen. Nach BARROIS' Beobachtungen setzt sich diese freischwimmende Larve mit ihrer wimperlosen Hypoblasthälfte fest, und die Hypoblastzellen werden von denen des Epiblasts überwachsen, so dass die Letzteren die ganze äussere Bedeckung des jungen Schwammes bilden. Die centrale Höhle des Schwammes, welche den Urdarm vertritt, entsteht inmitten der eingeschlossenen Hypoblastzellen, und das Osculum ist eine anscheinend durch eine Einstülpung des Ektoderms gebildete secundäre Oeffnung, welche mit dem ursprünglichen Blastoporus

1) O. SCHMIDT, »Zur Orientirung über die Entwicklung der Spongien«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXV. Suppl. S. 127; und »Nochmals die Gastrula der Kalkschwämme«. — Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. XII. S. 551.

2) F. E. SCHULZE, »Ueber den Bau und die Entwickelung von *Sycandra raphanus*«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXV. Suppl. S. 247; und »Zur Entwicklungsgeschichte von *Sycandra*«. — Ebenda, Bd. XXVII. S. 486.

3) BARROIS, »Embryogénie de quelques éponges de la Manche«. — Annales des Sciences Naturelles, Zool. Sér. VI. t. III. 1876.

Nichts zu thun hat. So geht also selbst der einfachste Schwamm über das Gastrulastadium hinaus.

Schulze hat die wichtige Entdeckung gemacht, dass sich bei *Sycandra raphanus* ausserhalb des Syncytiums eine Schicht von platten Zellen befindet; danach wäre Ersteres eher dem Mesoderm als dem Ektoderm der *Coelenteraten* gleichwerthig. Die Beobachtungen von Barrois an anderen Kalkschwämmen führen zu dem gleichen Schlusse. Der letztere Beobachter ist trotz seiner sorgfältigen Untersuchungen nicht im Stande gewesen, bei irgend einem Schwamme Spermatozoen zu entdecken [1]), er findet ferner, dass die Eier bei ihrem ersten Auftreten nicht im Endoderm, sondern im Syncytium oder Mesoderm liegen. Bei den freischwimmenden Larven der Kalkschwämme befindet sich zwischen der wimpernden oder Epiblasthemisphäre und der wimperlosen oder Hypoblasthemisphäre ein äquatorialer Gürtel von rundlichen, gleichgrossen Blastomeren; wahrscheinlich stellen diese Zellen ein Mesoblast dar, aus dem das Mesoderm hervorgeht. Der Embryo hat in diesem Zustande eine sehr interessante Aehnlichkeit mit dem von *Clepsine* in dem Stadium, in welchem das Epiblast die eine Seite des Embryos und das aus drei sehr grossen Blastomeren gebildete Hypoblast die entgegengesetzte einnimmt, während eine unvollständige Zone von sechs oder acht grossen Blastomeren, welche schliesslich vom Epiblast umwachsen werden, die Ränder des Letztern umgiebt.

Auf S. 434 habe ich Haeckels Darstellung eines *entogastrischen* Knospungsvorganges ganz ungewöhnlicher Art bei *Carmarina hastata* angeführt.

Kürzlich hat F. E. Schulze [2]) Exemplare von *Geryonia hexaphylla* mit entogastrischen *Cuninen*-Knospen tragenden Fortsätzen unter-

1) F. E. Schulze (»Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Spongien. Zweite Mittheilung: Die Gattung *Halisarca*«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XVIII. S. 1) beschreibt neuerdings Spermatozoen von *Halisarca lobularis* und ihre Entstehung aus rundlichen im Mesoderm gelegenen Zellenballen. Er beobachtete Spermatozoen ferner bei *Reniera*, *Spongilla* und *Aplysina*. D. Uebers.

2) F. E. Schulze, »Ueber die Cuninen-Knospenähren im Magen von Geryonien«. — Mitth. d. naturw. Vereins f. Steiermark, 1875. (Gleichzeitig mit Schulze hat Uljanin die Knospenähren von *Geryonia hastata* untersucht und den Nachweis geführt, dass dieselben durch Einwanderung von *Cunina*-Larven im Planulastadium in die Hohlräume der Medusa entstehen. Siehe Verh. d. Gesellsch. d. Freunde d. Naturkunde, Anthropologie und Ethnographie, Bd. XXIV (russisch)

sucht und nachgewiesen, dass es sich in diesem Falle sicher um Parasitismus, handelt. Der Stiel, von dem die Knospen ausgehen, ist nämlich kein Fortsatz des *Geryonia*-Körpers, sondern sitzt einfach an der Wand der Magenkammer der *Geryonia* an. Er ist hohl und sein Hohlraum ist von einem Endodermepithel ausgekleidet. Die *Cuninen*-Knospen entwickeln sich nicht aus dem Epithel, welches den Stiel bedeckt und dessen Ektoderm darstellt, sondern beginnen in der gewöhnlichen Weise als blinde Divertikel der Wand des Stieles, deren Spitzen bald durchbrechen und das Hydranth eines Medusoids bilden, dessen Scheibe durch Auswachsen der Basis des Hydranths entsteht. Aller Wahrscheinlichkeit nach dringt die *Cunina*-Larve als Planula in die Magenhöhle von *Geryonia* ein, setzt sich an der Wand derselben fest und wächst in einen Stolo aus, an dem die Medusoide knospen.

Zu vermuthen ist, dass die anderen Fälle von angeblicher entogastrischer Vermehrung eine ähnliche Erklärung finden werden.

Obwohl ich zu zeigen versucht habe, dass die *Ctenophoren* sich leicht auf den allgemeinen Plan der *Actinozoen* zurückführen lassen, so scheint es mir doch in Anbetracht ihrer vielen eigenthümlichen Charaktere rathsam, sie als eine eigene natürliche Ordnung von den *Coralligenen* zu trennen.

In diese Abtheilung gehören ohne Zweifel auch die *Physemarien*. Dieselbe besteht danach aus den folgenden natürlichen Ordnungen: *Physemarien*, *Poriferen*, *Hydrozoen*, *Coralligenen* und *Ctenophoren*.

Abtheilung III. — Ich stimme dem Vorschlag von Bütschli[1] bei, für die auf S. 172 erwähnten Gattungen *Chaetonotus*, *Echinoderes* und deren Verwandte eine Gruppe, die der *Nematorhynchen*, aufzustellen. Die *Nematorhynchen* lassen sich in die *Gastrotrichen*[2] (*Chaetonotus*, *Chaetura*, *Cephalidium*, *Ichthydium*, *Turbanella*, *Hemidasys* und *Dasydites*), welche an der Bauchfläche des Körpers bewimpert sind, und in die wimperlosen *Atrichen* (*Echinoderes*) theilen. Bütschli findet bei *Chaetonotus* zwei denen der *Rotiferen* analoge, aber, wie es scheint, nicht wimpernde gewundene Wassergefässe.

---

und »Ueber die Knospung der Cuninen im Magen der Geryoniden«. — Arch. f. Naturgesch. 1875. Jahrg. 41. Bd. I. S. 333. D. Uebers.)

1) O. Bütschli, »Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung *Chaetonotus*«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXVI. S. 363.

2) Siehe H. Ludwig, »Ueber die Ordnung *Gastrotricha*«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXVI. S. 193.

Abtheilung IV. — Unsere Kenntniss von der Entwicklung der *Hirudineen* hat eine wichtige Bereicherung in C. ROBINS »Mémoire sur le développement embryogénique des Hirudinées« erfahren, durch das unter anderen wichtigen Beiträgen zur Embryologie einige Irrthümer RATHKES über die ersten Entwicklungsstadien von *Clepsine* beseitigt sind. Ich habe die Beschreibungen und Abbildungen der verschiedenen Furchungsstadien und der Verwandlung des Blastoderms in die junge *Clepsine* äusserst genau gefunden.

Der ganze Process hat bei *Clepsine* sehr viel Aehnlichkeit mit dem von KOWALEVSKY[1]) bei *Euaxes* beschriebenen und theilt mit diesem die merkwürdige Eigenthümlichkeit, dass der zuerst gebildete Theil des Blastoderms zur Hämalregion des Körpers wird. Während diese Blastodermscheibe wächst, verdicken sich ihre Ränder und erzeugen die beiden Keimstreifen. Diese nähern sich einander allmählich und vereinigen sich schliesslich an der gegenüberliegenden Seite des Eies. Da die Ganglienkette das Product der Differenzirung des Epiblasts der Keimstreifen ist, so entsteht sie durch Vereinigung der beiden ursprünglich getrennten Nervenbänder, welche von der hämalen an die neurale Seite des Körpers gewandert sind; und so lässt sich die Anordnung der Nervenstämme bei *Malacobdella*[2]) als Ausdruck eines bei *Clepsine* und *Euaxes* nur vorübergehend bestehenden Zustandes betrachten.

. Schon vor vielen Jahren[3]) machte ich darauf aufmerksam, dass

1) A. KOWALEVSKY, »Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden«. — Mémoires de l'Acad. de St. Pétersbourg, 1871.

2) Nach SEMPERS kürzlich veröffentlichten Angaben ist *Malacobdella* eine echte *Nemertine* und kein Egel. (»Die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Thiere. III. Strobilation und Segmentation«. — Arbeiten a. d. Würzb. zool. zoot. Institut, Bd. III. S. 115.). Die hier angeführte Abhandlung ist voll von wichtigen Beobachtungen über den Bau des Nervensystems bei den *Anneliden*, die ungeschlechtliche Vermehrung von *Naïs* und *Chaetogaster* und die Entwicklung der Organe bei diesen Anneliden.

Ferner erörtert der Verfasser sehr ausführlich die Beziehungen zwischen dem Organisationstypus der Anneliden und dem der Wirbelthiere. Ich beabsichtige nicht, in dieser Schrift auf den Gegenstand einzugehen; allein ich möchte bemerken, dass die Gründe, welche für die Identificirung der als »Kiemenganwülste« bezeichneten Gebilde und ihrer Erzeugnisse mit dem Kiemenapparat der Wirbelthiere angeführt werden, mir für die daraus gezogenen Schlüsse auf durchaus unzulänglicher Basis zu stehen scheinen.

3) HUXLEY, »On the morphology of the cephalous Mollusca«. — Philosophical Transactions, 1852, p. 45 und Anm.

»die Entwicklung eines Mollusks an der Hämalseite beginnt und sich auf die Neuralseite ausbreitet, also sich umgekehrt verhält wie bei den Arthropoden und Wirbelthieren«, und es ist in Anbetracht der vielen merkwürdigen Beziehungen zwischen den *Anneliden* und den *Mollusken*, welche jetzt ans Licht kommen, sehr interessant zu beobachten, dass gewisse Anneliden diese besonders den Mollusken zukommende Eigenthümlichkeit gleichfalls besitzen.[1]) Wie v. Baer schon vor langer Zeit bemerkt hat, besteht eine auffallende Aehnlichkeit zwischen dem *Gastropoden*-Fusse und der *Hirudineen*-Saugscheibe. Die sogenannten Kiefer der Blutegel (deren Zähne, wie ich beiläufig bemerken will, verkalkt sind) erinnern merkwürdig an ein Odontophor ohne Knorpel, bei dem das die Radula darstellende Stück von einem Muskelkissen getragen wird.

Die Angabe (S. 220), dass »sich bei keinem der *Gephyreen* ein Kalkskelet findet«, hört auf, richtig zu sein, seitdem L. Graff[2]) nachgewiesen hat, dass die kleinen Stacheln von *Chaetoderma* verkalkt sind. Eine weitere Eigenthümlichkeit dieser Gattung besteht darin, dass von den Cerebralganglien an jeder Seite des Körpers zwei einander parallele Nervenstränge ausgehen, statt des bei andern Gliedern der Gruppe vorhandenen unpaaren medianen Nervenstranges.

v. Jhering[3]) hat auf gewisse Aehnlichkeiten von *Chaetoderma* mit der verwandten Gattung *Neomenia* und den *Chitoniden*, besonders in der Anordnung der Stämme des Nervensystems, aufmerksam gemacht, und er schlägt vor, die drei in eine Gruppe der *Amphineuren* zu vereinigen und die Chitonen vollständig von den *Mollusken* zu trennen.

---

1) Die Entwicklungsweise des Centralnervensystems bei *Euaxes* und *Clepsine* bietet viele interessante Punkte dar. Nicht die unwichtigste ist die augenscheinliche Aehnlichkeit (auf die schon Semper hingewiesen hat) zwischen den Keimstreifen von *Clepsine*, wenn sie sich bereits im grössten Theil ihrer Länge vereinigt haben, aber hinten noch den Blastoporus umfassen, und dem Amphibienembryo mit seinen Rückenwülsten, welche ganz ähnliche Beziehungen haben. (Siehe z. B. Fig. 40 auf Taf. III von Göttes »Entwicklungsgeschichte der Unke«.)

2) L. Graff, »Anatomie des *Chaetoderma nitidulum*«. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXVI. S. 166.

3) H. v. Jhering, »Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken«. Leipzig, 1877.

Abtheilung V. — Ich bedaure, nicht im Stande gewesen zu sein, Claus' kürzlich veröffentlichte wichtige Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der *Crustaceen*[1]) noch zu benutzen.

Abtheilung VI. — Aus der eingehenden Untersuchung des Baues von *Pedicellina* und *Loxosoma* durch Nitsche[2]) geht hervor, dass die Unterschiede zwischen den ektoprokten und den endoprokten *Polyzoen* von fundamentalerem Charakter sind, als man bisher angenommen hatte. Bei den *Ektoprokten* besteht nämlich die Endocyste aus zwei Schichten, einer äussern und einer innern, von denen die Erstere das Ektoderm der übrigen Thiere vertritt. Die Letztere überzieht die Wand der »Perivisceralhöhle« und schlägt sich von dort wie eine Peritonealtunica auf die Tentakelscheide und in das Innere der Tentakeln über, um sich sodann auf den Darmcanal fortzusetzen, dessen äussere Hülle sie bildet. Das den Darmcanal auskleidende Endoderm hängt natürlich an der Mundöffnung mit dem Ektoderm zusammen.

Bei den *Endoprokten* dagegen besteht die Endocyste aus nur einer Schicht, und das Endoderm des Darmcanales besitzt keine zweite, äussere Hülle. Die »Perivisceralhöhle« oder der Raum zwischen dem Endoderm und dem Ektoderm wird von verästelten Mesodermzellen eingenommen.

Die *Endoprokten* sind also ebenso einfach gebaut wie ein Nematode, während die *Ektoprokten* in dem Besitz einer Perivisceralhöhle mit einer eigenen Auskleidung, deren Innenfläche wimpern kann, den Brachiopoden oder Echinodermen vergleichbar sind.

Leider gestatten unsre Kenntnisse von der Embryonalentwicklung der ektoprokten Polyzoen uns nicht, das Wesen der Perivisceralhöhle und der dieselbe begrenzenden Schichten mit Sicherheit festzustellen. Nitsche zeigt, dass das sackförmige Cystid, welches aus den ersten Entwickelungsvorgängen des Embryos bei den *Phylaktolaemen* hervorgeht, aus zwei Schichten zusammengesetzt ist, welche denen der Endocyste des ausgebildeten Thieres entsprechen, und ferner, dass das Polypid (Darmcanal, Tentakeln und

1) C. Claus, »Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems«. Wien, 1876.

2) H. Nitsche, »Beiträge zur Kenntniss der Bryozoen. V. Ueber die Knospung der Bryozoen«. — Zeitschr. fr. wiss. Zool. Bd. XXV. Suppl. S. 361.

Ganglion) durch eine Einwucherung der äussern Schicht der Endocyste entstehen, welche die innere Schicht vor sich herdrängt. Die Letztere bildet das umgeschlagene »Peritoneum«.

Allein ich sehe es nirgends schlagend bewiesen, wie die beiden Schichten der Endocyste zu Stande kommen und welchen Schichten eines gewöhnlichen Embryos sie homolog sind. Machen wir die übliche Annahme, dass die innere oder peritoneale Schicht der Endocyste das theilweise oder vollständige Homologon des Hypoblasts anderer Thiere ist, so folgt daraus, dass die Perivisceralhöhle der *Ektoprokten* in Wirklichkeit ein Enterocoel ist wie bei den *Brachiopoden*. Die einzige andere Alternative scheint die Annahme zu sein, dass die innere Schicht der Endocyste ein Mesoblast ist, welches sich früher vom Keime differenzirt als das Hypoblast; in diesem Falle wäre die Perivisceralhöhle ein Schizocoel.

v. Jherings Werk über das Nervensystem der *Mollusken*, welches ich bereits erwähnt habe, enthält eine Anzahl von werthvollen anatomischen Einzelheiten und giebt besonders eine bessere Darstellung des Nervensystems von *Chiton*, als sie bisher vorhanden war.[1]

Man kennt bis jetzt kein wirbelloses Thier, welches sich nicht in die eine oder die andere der auf den vorhergehenden Seiten erörterten natürlichen Ordnungen einfügen liesse. Die nächste Frage, welche entsteht, ist die: wie weit lassen sich diese Gruppen in

1) Ausser einer grossen Menge von erstaunlichen phylogenetischen Speculationen stellt Dr. v. Jhering die ganz neuen morphologischen Ansichten auf, dass der Athmungssack der *Pulmonaten* (*Nephropneusten*, v. Jhering) morphologisch eine Art Harnblase und die Ganglien, von denen die Armnerven der *Cephalopoden* entspringen, Cerebral- und nicht Pedalganglien seien. Die Arme sind demnach Theile des Kopfes, und nur der Trichter vertritt den Fuss der Gastropoden.

Ich nehme es mir nicht heraus, mich gegen die autoritative Kritik meiner vor jetzt fünfundzwanzig Jahren veröffentlichten Abhandlung »On the morphology of the Mollusca« aufzulehnen, welche Dr. v. Jhering ausspricht. Immerhin möchte ich bemerken, dass der Verfasser wol nicht dazu gekommen wäre, zwei Diagramme, eines von einem Cephalopoden und eines von einem Pteropoden, Beide mit einem in gänzlich unnatürlicher Weise gewundenen Darmcanale zu veröffentlichen, welche S. 272 seines Werkes illustriren, doch schwerlich zieren, wenn er sich herabgelassen hätte, dem, was ich in jenem veralteten Erzeugnisse über die Krümmung des Enddarmes bei Mollusken gesagt habe, einige Aufmerksamkeit zu schenken.

Formenkreise von höherer Ordnung einreihen, welche von allen übrigen durch gewisse gemeinsame Charaktere unterschieden sind?

Es wird allgemein zugegeben, dass die *Insecten*, *Myriapoden*, *Arachniden*, *Crustaceen*, *Pycnogoniden* und *Tardigraden* einen solchen als Arthropoden bezeichneten Formenkreis bilden, der charakterisirt ist durch die Segmentirung des Körpers, die Chitincuticula, die Abwesenheit von Wimpern in oder auf dem Körper zu allen Perioden des Lebens, die Segmentirung des Nervensystems und den Durchtritt des Oesophagus durch dasselbe, und die Existenz von Gliedmassen (möglicher Weise mit Ausnahme der *Trilobiten*), welche fast immer selbst wieder in Glieder zerfallen. Die Gründe, warum auch die *Peripatiden* dieser Abtheilung einzureihen sind, sind in Capitel XI dargelegt; und wenn die *Pentastomiden* auch kaum als in die Definition passend gelten dürfen, so halte ich es doch, wenn man die seltsamen Umgestaltungen, welche die parasitischen *Crustaceen* und *Arachniden* erfahren, berücksichtigt, nicht für nöthig, von dem üblichen Verfahren, sie mit den *Arthropoden* zu vereinigen, abzugehen.

Die *Lamellibranchiaten* und die *Odontophoren* bilden eine weitere sehr gut ausgeprägte Abtheilung, die der Mollusken, deren Charaktere in Capitel VIII erörtert worden sind.

Der bereits erwähnte Vorschlag, die *Polyplacophoren* von den *Mollusken* zu trennen, scheint mir ganz unberechtigt. Mit den Aehnlichkeiten zwischen gewissen *Gephyreen*, wie *Chaetoderma* und *Neomenia*, und den *Polyplacophoren* gehen grosse Verschiedenheiten einher, und selbst wenn diese Aehnlichkeiten als Beweis einer Verwandtschaft zu betrachten sein sollten, so führen doch einige Erwägungen, wie die Beschränkung der Kiemen auf den hintern Theil des Körpers und die Reduction des Fusses bei *Chitonellus*, vielmehr zu der Auffassung, dass *Chaetoderma* und *Neomenia* in extremer Weise modificirte, mit den *Polyplacophoren* verwandte Mollusken sind.

Was sodann die Annahme betrifft, die Aehnlichkeiten zwischen den *Nudibranchiaten* und den *Turbellarien* deuteten auf eine directe Verwandtschaft zwischen diesen beiden Gruppen, so scheint vergessen zu sein, dass die *Nudibranchiaten* in der Jugend sämmtlich unverkennbare Gastropoden mit Mantel und Schale sind. Der Bau der ausgebildeten Thiere beweist in diesem Falle ebensowenig für Verwandtschaft mit *Turbellarien*, wie derjenige von *Lernaea* ein Beweis ist, dass dieselbe mit den Würmern und nicht mit den Crustaceen verwandt ist.

Die *Physemarien*, die *Poriferen*, die *Hydrozoen*, die *Coralligenen* und die *Ctenophoren* sind offenbar Modificationen eines und desselben Grundplanes. Ich denke, es wird zweckmässig sein, für die drei letztgenannten Ordnungen, welche unter einander näher verwandt sind als mit den beiden anderen, den einmal eingebürgerten Namen Coelenteraten beizubehalten. HAECKELS Vorschlag, den alten Namen Zoophyten für die ganze Abtheilung zu verwenden, scheint mir der Annahme werth zu sein. Der Nachtheil, der daraus erwachsen könnte, einen Ausdruck zu gebrauchen, dessen Bedeutung seit seiner ersten Erfindung etwas stark verändert ist, dürfte wahrscheinlich geringer sein als der, den die Erfindung eines neuen Namens zur Folge haben würde.

Die *Moneren*, *Foraminiferen*, *Heliozoen*, *Radiolarien*, *Protoplasten*, *Gregariniden*, *Catallacten* und *Infusorien* (*Opalininen*, *Ciliaten*, *Tentaculiferen*, *Flagellaten*) sind ferner so nahe unter einander verbunden, dass es schwierig ist, die minder differenzirten Formen der einzelnen Gruppen von einander zu unterscheiden. Sie bilden die Abtheilung der *Protozoen*, deren gemeinsame Charaktere in Capitel II mitgetheilt worden sind.

Gäbe es ausser den unter diesen vier Abtheilungen der *Arthropoden*, *Mollusken*, *Zoophyten* und *Protozoen* begriffenen keine wirbellosen Thiere, so würde die Aufgabe der Classification sehr leicht und jede der höheren Abtheilungen scharf von den anderen geschieden sein. Allein es bleibt noch ein ungeheurer Rest übrig, und mit dem Versuche, diese übrig bleibenden Ordnungen zu höheren Gruppen anzuordnen, beginnen die Schwierigkeiten des Taxonomen.

Die *Polychaeten* und *Oligochaeten*, die *Hirudineen* und die *Gephyreen* gleichen einander im Allgemeinen in der wenigstens durch die reihenweise angeordneten Nervencentren[1]) angedeuteten Segmentirung des Körpers, in dem Besitze von Wimpern und von Segmentalorganen und in der Beschaffenheit ihrer Larven, welche frei umherschwimmen, nachdem die Embryonen auf einem frühen Entwicklungsstadium ausgeschlüpft sind. Obwohl keines von diesen Merkmalen ganz durchgreifend ist (Wimpern fehlen z. B. bei den

1) Dieser Charakter fehlt den meisten *Gephyreen*, welche, wie ich auf S. 223 bemerkt habe, in vieler Hinsicht zur nächsten Abtheilung, besonders zu den *Rotiferen* und *Nematorhynchen*, hinneigen.

meisten ausgebildeten *Hirudineen*, so finden sie sich doch in solcher Verbindung, dass die angenommene Anordnung dieser vier Gruppen (denen ich, jedoch mit einigem Bedenken, die *Myzostomen* anreihe) zur Abtheilung der **Anneliden** ohne Zweifel sehr zweckmässig ist.

Einen andern sehr natürlichen Formenkreis bilden die *Trematoden*, die *Turbellarien* und die *Rotiferen*. Es ist allerdings zuzugeben, dass die höchsten Formen dieser Abtheilung durch nicht sehr scharfe Grenzen von den *Anneliden* getrennt sind, während die einfachsten *Turbellarien* fast auf einer Höhe mit den *Physemarien* und den niederen *Hydrozoen* stehen. Selbst eine *Planaria* lässt sich mit einem freilebenden Zoophyten vergleichen; ihr Rüssel erinnert an das Hydranth einer *Meduse*, die Verlängerung des Darmsackes an die Gastrovascularcanäle, das Centralnervensystem mit seinen seitlichen Verlängerungen an die Randganglien und -Nerven. Das Wassergefässsystem und die Complicirtheit der Fortpflanzungsorgane bieten indessen klare Unterscheidungsmerkmale dar; beide Systeme variiren aber in dem Grade ihrer Entwicklung innerhalb der Grenzen der *Turbellarien* aufs Mannichfaltigste.

Andrerseits ist die Verbindung der *Hirudineen* durch Formen wie *Malacobdella* mit den *Turbellarien* und *Trematoden* sehr nahe; *Polygordius* scheint eine Uebergangsform zwischen den *Turbellarien* und den *Polychaeten* zu sein, während die *Rotiferen* in mancher Hinsicht Larvenformen der *Polychaeten* und der *Gephyreen* darstellen.

Die *Cestoden* werden gewöhnlich als darmlose *Trematoden* betrachtet. In diesem Falle müssen sie natürlich mit Diesen vereinigt werden.

Ich schlage vor, für die bis jetzt aufgezählten Ordnungen eine Abtheilung der **Trichoscolices** zu errichten, um den von ihnen vertretenen morphologischen Typus dem der **Nematoscolices** gegenüber zu stellen, welcher die *Nematoden* umfasst: dieselben sind durch den allgemeinen Mangel von Wimpern ebenso charakterisirt wie die Ersteren durch den Besitz derselben, und sind ferner durch die Verhältnisse ihres Nervensystems und ihrer Wassergefässe sowie durch ihre Häutung so klar unterschieden.

Der Zusammenhang zwischen den beiden Abtheilungen durch Vermittlung der *Nematorhynchen* und der *Rotiferen* ist unzweifelhaft ein sehr inniger, und man könnte die *Nematorhynchen* fast ebenso gut zu den *Trichoscolices* wie zu den *Nematoscolices* rechnen. Im Ganzen glaube ich jedoch, dass die *Nematorhynchen* trotz der Wim-

pern der *Gastrotrichen* am Nächsten mit den *Nematoden* verwandt sind, und stelle sie deshalb zu den *Nematoscolices*.

Ich möchte jedoch ein für allemal bemerken, dass der Versuch scharf begrenzte grosse Abtheilungen des Thierreichs aufzustellen, eitel ist. Der Fortschritt unsrer Kenntnisse macht es von Tag zu Tag klarer, dass morphologische Gruppen Verbreitungsbezirken vergleichbar sind: jede geht, so scharf ausgeprägt auch ihre charakteristischen Züge sein mögen, an den Rändern in irgend eine andere Gruppe über, und die Aufgabe der Classification besteht einfach darin, die morphologischen Typen hervortreten zu lassen, welche diese charakteristischen Züge vereinigen.

Es scheint mir unmöglich, den Bau und die Larvenformen eines *Polyzoons* mit denen eines *Brachiopoden* zu vergleichen, ohne zu dem Schlusse zu gelangen, dass diese beiden Gruppen näher unter einander als mit irgend einer dritten verwandt sind. Immerhin nähern sich einerseits die *Polyzoen* den *Rotiferen* und die *Brachiopoden* den *Anneliden*, während Beide andrerseits unverkennbare Beziehungen zu den niederen *Mollusken* darbieten. Gleichzeitig hat durch den Fortschritt der Forschung die Aehnlichkeit zwischen den *Polyzoen* und den *Tunicaten*, die MILNE-EDWARDS zur Aufstellung der Gruppe der »Molluscoides« führte (die ich selbst unter dem Titel *Molluscoidea* angenommen habe), bedeutend an Gewicht verloren.

Ich denke mir, dass wir diese Aehnlichkeiten und Unterschiede am Besten im Auge behalten, wenn wir die *Polyzoen* und die *Brachiopoden* zu einer besondern Abtheilung vereinigen, für welche ich den Namen Malacoscolices vorschlage, um ihre Beziehungen zu den Würmern einerseits und zu den Mollusken andrerseits anzudeuten.

Die *Tunicaten* unterscheiden sich durchaus von allen anderen wirbellosen Thieren mit Ausnahme des *Balanoglossus* durch die Durchbrechung des Schlundes und die Verwandlung desselben in ein Athmungsorgan.[1])

Auf den ersten Blick scheint wenig Grund dazu zu sein, anscheinend so verschiedene Gruppen wie die *Tunicaten* und die *Ente-*

[1]) Ich habe oben auf die von SEMPER bei einigen *Oligochaeten* und bei *Sabella* beschriebenen Gebilde angespielt. Ich bezweifle die Richtigkeit der Angaben nicht, allein sie scheinen mir nicht zu beweisen, dass die betreffenden Gebilde mit den Kiemen der Wirbelthiere, der Enteropneusten oder der Tunicaten homolog sind.

ropneusten zu vereinigen; allein die ausserordentliche Aehnlichkeit im Bau des durchbrochenen Schlundsackes bei den *Tunicaten*-Larven und bei *Balanoglossus* ist eine Thatsache von grossem morphologischem Werthe. Eine schwanzlose *Appendicularie* von einer der Arten mit fast geradem Darmcanal würde eine wunderbare Aehnlichkeit mit einer *Balanoglossus*-Larve zeigen, die ihrerseits wieder wenig mehr als eine besonders modificirte *Turbellarie* ist. Ich denke daher, die *Tunicaten* und die *Enteropneusten* können recht wol Abtheilungen der Pharyngopneusten bilden.

Die tunicaten *Pharyngopneusten* mit ihren geschwänzten Larven kann man sich in demselben Verhältnisse zu den turbellarienförmigen *Pharyngopneusten* denken wie die *Trematoden* mit ihren cercarienförmigen Larven zu den *Turbellarien*.

Eine andere sehr gut ausgeprägte Abtheilung sind die Echinodermen, deren Merkmale und Beziehungen eingehend im Capitel IX erörtert worden sind.

Die richtige Stellung der *Chaetognathen* im System ist noch immer ein ungelöstes Problem, obschon wir den Bau und die Entwicklung der *Sagitta* jetzt so genau kennen wie die irgend eines Thieres. Es scheint jedoch nur noch auf Folgendes hinauskommen zu können: entweder gehören sie zu den *Anneliden* oder zu den *Nematoscolices* oder zu den *Trichoscolices*; oder die *Chaetognathen* sind als eine selbständige, mit allen diesen und vielleicht auch mit den niederen *Arthropoden* verwandte Abtheilung aufzufassen. Ich bin geneigt, hauptsächlich auf Grund der Entwicklung von *Sagitta*, welche von allem sonst bei *Anneliden*, *Trichoscolicen*, *Nematoscolicen* oder *Arthropoden* Bekannten sich entfernt, die letztere Ansicht anzunehmen.

Kaum minder anomal als die *Chaetognathen* sind die *Acanthocephalen*. Berücksichtigen wir die *Gordiaceen* und die Eigenschaften des Rüssels der *Nematorhynchen*, so ist ohne Zweifel Raum für die Annahme, dass sie besonders modificirte darmlose *Nematoscolicen* und zu diesen zu stellen seien. Allein auch hier stehen wie bei den *Cestoden* viele Schwierigkeiten dem Versuche entgegen, diese darmlosen Formen durch die Annahme zu erklären, sie seien durch eine rückschreitende Metamorphose aus mit Darm versehenen Thieren entstanden.

Diese Frage nach den wahren Beziehungen der darmlosen Wirbel-

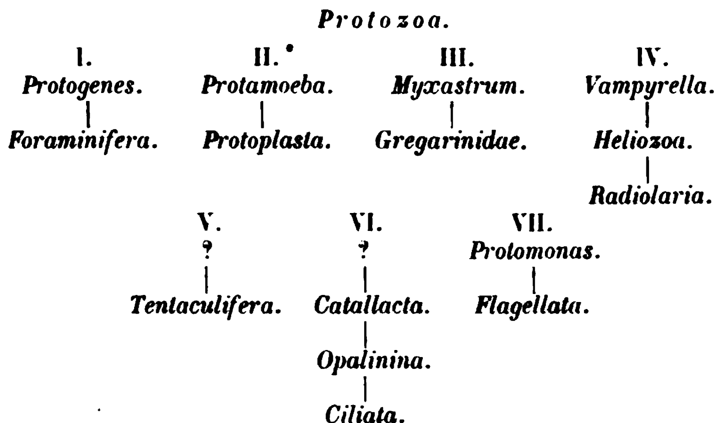
thiere — womit ich nicht nur diejenigen meine, welche wie die Rotiferenmännchen im ausgebildeten Zustande keinen functionsfähigen Darmcanal besitzen, sondern diejenigen, welche wie die *Cestoden* und die *Acanthocephalen* niemals eine Spur eines Darmcanals, auch nicht im Embryo, zeigen — diese Frage, welche gewöhnlich so summarisch durch die Annahme einer rückschreitenden Metamorphose erklärt wird, erlangt noch grössere Wichtigkeit, wenn wir die Stellung der *Dicyemiden* im System zu bestimmen versuchen.

Prof. E. van Beneden hat nachgewiesen, dass diese Parasiten nicht sans façon als rückschreitend metamorphosirte »Würmer« abgethan werden können, und wenn ich auch nicht geneigt bin, grosses Gewicht auf den Mangel eines Mesoderms zu legen, den van Beneden als einen durchschlagenden Unterschied zwischen den *Dicyemiden* und den *Metazoen* hinstellt, so ist doch die Art und Weise, wie aus dem Inhalt der Achsenzelle Keime hervorgehen, so gänzlich von Allem verschieden, was wir von *Metazoen* kennen, dass dadurch meines Erachtens die Trennung der *Dicyemiden* von dieser Abtheilung gerechtfertigt erscheint. Andrerseits scheidet die Aehnlichkeit ihrer Entwicklung mit der Bildung des Metazoenembryos durch Epibolie die *Dicyemiden* ebenso vollständig von allen *Protozoen*. Zu bedenken ist allerdings, dass man die Veränderungen, welche die wimpernden Embryonen erfahren, noch nicht kennt; allein vorläufig bin ich geneigt, mich van Beneden anzuschliessen und die *Dicyemiden* als Vertreter einer eigenen zwischen den *Protozoen* und den *Metazoen* stehenden Abtheilung, der Mesozoen, zu betrachten. Und ohne etwa entschieden für eine solche Ansicht eintreten zu wollen, halte ich es doch für der Mühe werth, den Gedanken auszusprechen, dass die *Cestoden* und vielleicht auch die *Acanthocephalen* Modificationen desselben Typus sein dürften, die von den *Dicyemiden* zwar in der Entwicklung eines Mesoderms abweichen, aber ihnen in dem gänzlichen Mangel eines Darmapparates gleichen.

Die Reihenbeziehungen der Wirbellosen. — Wenn man die verschiedenen Gruppen von wirbellosen Thieren vergleicht, so sieht man leicht, dass sie in sehr verschiedenem Grade morphologisch complicirt sind, und man kann sie daher als Glieder einer allmählich fortschreitenden Reihe betrachten, in der die Stellung jeder Gruppe etwa dem Grade der Differenzirung entspricht. Die niedersten *Protozoen* werden an einem, die *Arthropoden* und die

Mollusken am andern Ende und die übrigen Gruppen in der Mitte stehen. Versucht man jedoch, die reihenförmige Anordnung im Einzelnen durchzuführen, so findet man, dass nicht eine einzige Reihe genügt, um die Thatsachen auszudrücken, sondern dass wir schon von den niedersten *Protozoen* an auf verschiedene Linien geführt werden, von denen, soweit unsre bisherigen Kenntnisse uns ein Urtheil gestatten, keine sich ohne Unterbrechung durch die ganze Reihe hindurch verfolgen lässt.

Nehmen wir in Ermanglung eines Beweises vom Gegentheile an, die *Moneren* besässen die ihnen von Haeckel zugeschriebene Einfachheit des Baues; wenn wir dann die *Endoplastica* mit den *Moneren* vergleichen, so verhalten sich die verschiedenen Gruppen der erstern zu denen der letztern Abtheilung so, als ob sie ähnliche, durch Hinzutreten eines oder mehrerer Kerne complicirte Formen wären. So kann man etwa *Protogenes* als die Wurzel der *Foraminiferen*-Reihe, *Protamoeba* als die der *Protoplasten*, *Myxastrum* als die der *Gregariniden*, *Vampyrella* als die der *Heliozoen* und *Protomonas* als die der *Flagellaten* betrachten. Ein auf der ganzen Oberfläche bewimpertes Moner, das in derselben Beziehung zu den *Opalininen*, *Catallacten*, *Tentaculiferen* und *Ciliaten* stände, ist noch nicht bekannt. Die *Protozoen* zerfallen also in die folgenden Reihen:



Ich bin nicht im Stande, eine dieser Reihen fortzuführen, das heisst, Formen zu finden, welche wirklich die Kluft zwischen einer von ihnen und den *Metazoen* überbrücken, wenn man sich auch leicht genug vorstellen kann, was für Formen das etwa sein mögen.

Die kugligen, freischwimmenden Monadenhaufen, wie *Uvella* und *Polytoma* und *Magosphaera* selbst sind in vieler Hinsicht *Physemarien*- oder *Poriferen*-Embryonen vergleichbar und ein thierischer *Volvox* würde eine Art von dauernder blasenförmiger Morula sein. Und so würde eines der höheren *Infusorien*, wenn es vielkernig würde, wie eine *Opalina*, sich den niedersten *Turbellarien* nähern.

Die Achsenzelle eines *Dicyema*, aus deren *Protoplasma* die wimpernden und wimperlosen Keime desselben hervorgehen, lässt sich in gewissem Grade der Binnenkapsel einer *Radiolarie* vergleichen, während sich andrerseits eine *Radiolarie* mit einer vielkernigen Rindenschicht dem Bau eines *Dicyema* nähern würde. Wenn nun das, was wir bis jetzt von *Dicyema* wissen, uns eine richtige Vorstellung von den wesentlichen Punkten seiner ganzen Geschichte giebt, so stellt es ohne Zweifel, wie E. van Beneden es ausgesprochen hat, einen Zwischentypus zwischen den *Protozoen* und den *Metazoen* dar, doch kann man nicht sagen, es fülle die Kluft zwischen Beiden aus.

Gehen wir den Reihenbeziehungen der Thiere weiter nach, so müssen wir daher bei den niedersten *Metazoen* wieder von vorn anfangen. Hier ist eine Zoophyten-Reihe sehr wohl ausgeprägt: sie beginnt mit den *Physemarien* und spaltet sich dann einerseits zu den *Poriferen*, andrerseits zu den *Coelenteraten*, mit deren höchsten Formen sie endet.

Eine zweite Reihe, welche die Annuloiden-Reihe heissen mag, ist durch die *Trichoscolicen* und die *Anneliden* vertreten. Die niedersten *Turbellarien* stehen fast auf derselben Höhe der Organisation wie die *Hydrozoen*. Eine aprokte *Turbellarie* ohne Ganglion und Wassergefässe würde man schwer von einem freischwimmenden, tentakellosen *Hydrozoon* unterscheiden können. Andrerseits ist, wie ich bereits hervorgehoben habe, die Grenzlinie zwischen den höheren *Trichoscolicen* und den *Anneliden* sehr unbestimmt, und wir können erwarten, sie durch den Fortgang der Forschung bald ganz verwischt zu sehen.

Eine dritte Reihe bilden die *Nematoscolicen* und die *Arthropoden*. Die niedersten *Nematoden* besitzen keine höhere Organisation als die niedersten *Turbellarien* und die *Rotiferen*. Die *Nematorhynchen* deuten jedenfalls, mögen sie nun wirklich Uebergangsformen zwischen den

Nematoden und den *Arthropoden* sein oder nicht, den Weg an, wie der Uebergang stattgefunden haben mag, und ich bin sehr geneigt, anzunehmen, dass auch die *Chaetognathen* in dieser Reihe einen Platz einnehmen. Die Mundbewaffnung von *Sagitta* lässt sich als eine Modification der Mundstacheln von *Echinoderes* betrachten, und ihr Nervensystem ist ebenso gut arthropodenartig wie das der *Pentastomiden*. Diese Reihe mag die Arthrozoen-Reihe heissen.

Eine vierte Reihe will ich die Malakozoen-Reihe nennen. Sie umfasst die *Malacoscolicen* und die *Mollusken*. Das niederste Glied dieser Reihe bilden die endoprokten *Polyzoen*. Die Aehnlichkeiten der *Polyzoen* mit den *Rotiferen* (z. B. mit *Stephanoceros*) sind oft bemerkt und in der That mit zu wenig Rücksicht auf die Verschiedenheiten hervorgehoben werden, welche durch die Wassergefässe und die eigenthümliche Schlundbewaffnung der *Rotiferen* geschaffen sind. Immerhin sind diese Aehnlichkeiten innerhalb gewisser Grenzen wichtig, und hinsichtlich ihrer Organisationsstufe stehen die beiden Gruppen ziemlich auf gleicher Höhe. Andrerseits lässt die Vergleichung eines *Polyzoons* mit einer *Lamellibranchiaten*- oder *Gastropoden*-Larve oder mit einem *Pteropod* meines Erachtens keinen Zweifel, dass die *Malacoscolicen* sich ebenso zu den *Mollusken* verhalten wie die *Trichoscolicen* zu den *Anneliden*.

Eine fünfte Reihe stellen die *Tunicaten* und die *Enteropneusten* dar, nämlich die Pharyngopneusten-Reihe. Ich betrachte die *Enteropneusten* nicht als von entschieden niederer Organisation als die *Tunicaten*, sondern als eine collaterale Gruppe und halte es für wahrscheinlich, dass man noch niedere Formen finden wird, welche die *Enteropneusten* und die *Tunicaten* unter einander und mit den *Trichoscolicen* verbinden. Wie dem aber auch sein mag, *Appendicularia* steht auf einer nur wenig höhern Organisationsstufe als die *Polyzoen*.

Eine sechste Reihe ist die Echinodermen-Reihe. Wie die vorige steht diese Reihe gegenwärtig isolirt da [1]; man kennt keine Bindeformen zwischen *Echinodermen* und höheren oder niederen

---

1) Ich sage gegenwärtig, da die Verhältnisse des Nervensystems die am meisten wurmförmigen *Echinodermen* scharf von den am meisten echinodermenförmigen *Gephyreen* trennen.

Gruppen. Auf Grund der Einförmigkeit im Charakter der Echinodermenlarven kann es jedoch kaum zweifelhaft sein, dass, wenn man je solche Zwischenformen entdecken sollte, dieselben sich als den *Gephyreen*, den *Trichoscolicen* und den *Enteropneusten* verwandt erweisen dürften.

Das Studium der stufenweisen Veränderungen im Baue der *Metazoen* führt uns also zu dem Schlusse, dass dieselben in sechs Reihen zerfallen, welche sich folgendermassen in Tabellenform anordnen lassen:

I.	II.	III.
Zoophytenreihe.	Echinodermenreihe.	Pharyngopneustenreihe.
Coelenterata.	*Echinodermata.*	*Enteropneusta. Tunicata.*
Porifera.		
Physemaria.		

IV.	V.	VI.
Malakozoenreihe.	Annuloidenreihe.	Arthrozoenreihe.
Mollusca.	*Annelida.*	*Arthropoda.*
		Chaetognatha (?).
Malacoscolices.	*Trichoscolices.*	*Nematoscolices.*

Das niederste bekannte Glied der Arthrozoenreihe ist ein *Nematod*, das der Annuloidenreihe eine niedere *Turbellarie*, *Rotifere*. das der Malakozoenreihe ein endoproktes *Polyzoon*; dem der Pharyngopneustenreihe kommt wahrscheinlich die junge Larve von *Balanoglossus* am nächsten und dem der Echinodermenreihe das wurmförmige *Echinopaedium*.

Die Unterschiede zwischen einem der einfacheren *Nematoden*, einer aprokten *Turbellarie*, einem *Rotifer*, einem *Echinopaedium* und einer *Pedicellina* sind aber verhältnissmässig so gering, dass man sagen kann, alle sechs Reihen convergiren auf eine gemeinsame Form hin, und diese gemeinsame Form dürfte, wenn man die besonderen Charaktere jeder einzelnen Gruppe eliminirt und den Darmcanal auf seinen ursprünglichen afterlosen Zustand zurückführt, ausserordentliche Aehnlichkeit mit einer *Physemarie* besitzen.

Die Betrachtung der stufenweisen Veränderungen im Bau. welche die verschiedenen Reihen der wirbellosen Thiere darbieten. führt also unwiderstehlich zu dem Schlusse, dass die gesammten Metazoen sich als verschiedene Modificationen eines gemeinsamen Grundplanes auffassen lassen.

Die Reihenbeziehungen der Wirbellosen und die Ergebnisse der Embryologie. — Die so gewonnene Vorstellung von der Einheit der Organisation der Wirbellosen ist, soweit sie nur auf der Vergleichung der ausgebildeten Formen beruht, eine rein ideale, und nur das Studium der Entwicklung der einzelnen Thiere ist geeignet, die Frage zu entscheiden, ob diese ideale Einheit in den objectiven Thatsachen begründet ist. Die Entwicklungsgeschichte von Thieren aus allen Gruppen der Wirbellosen rechtfertigt nun in der That den in der Einleitung aufgestellten Satz, dass die ideale Einheit eine thatsächliche Grundlage hat, indem alle diese Thiere ihr Dasein unter derselben Gestalt beginnen, nämlich der des einfachen Protoplasmakörpers, des Eies oder Keimes.

In der Einleitung habe ich gesagt: »Bei den niedersten Formen des thierischen Lebens kann das Protoplasmaklümpchen, welches die morphologische Einheit darstellt, wie bei den niedersten Pflanzen eines Kernes entbehren« (S. 11). Wie ich im Anfange dieses Capitels bemerkt habe, scheint es mir jedoch jetzt rathsam, so lange, bis die Forschungen nach dem Kerne mit Hülfe solcher Methoden, mit denen der Nachweis desselben bei den *Foraminiferen* gelungen ist, von Neuem wieder aufgenommen sind, es unentschieden zu lassen, ob die *Moneren* wirklich nicht einmal diesen Grad der Differenzirung erreicht haben. Ferner machen neuere Untersuchungen es sehr fraglich, ob der Kern des Eies jemals wirklich verschwindet, welche Modificationen das Keimbläschen und sein Inhalt auch immer erfahren mögen. Ich nehme daher vorläufig an, dass die Ausgangsform jedes Thieres ein kernhaltiger Protoplasmakörper, eine *Zelle* im allgemeinsten Sinne ist.[1])

Mag die primäre Zelle einen Kern besitzen oder nicht, immer bleibt die wichtige Thatsache bestehen, dass jedes wirbellose Thier in seinem frühesten Zustande, wenn es fähig wäre, selbständig zu leben, zu den *Protozoen* gestellt werden müsste.

Die erste Veränderung, welche bei der Entwicklung des Embryos aus der primitiven Zelle oder dem befruchteten Ei bei allen *Metazoen* vor sich geht, ist die Theilung (oder Furchung) und die

---

1) Den im Originale stehenden Ausdruck »*Cytode*« habe ich fortgelassen und auch in den nächsten Absätzen mit »Zelle« wiedergegeben, weil es der von Haeckel, dem Urheber dieses Wortes, gegebenen Definition widerspricht, einen mit einem Kerne versehenen Protoplasmakörper so zu bezeichnen. D. Uebers.

einfachste Form der Theilung führt zur Bildung einer kugligen oder scheibenförmigen Masse gleich oder ungleich grosser abgeleiteter Zellen oder Blastomeren. Alsdann erhält die so gebildete *Morula* gewöhnlich eine innere Höhlung, das *Blastocoel*, und wird dadurch zu einer hohlen Blase, der *Blastosphaera*, deren aus einer einzigen Schicht von Blastomeren bestehende Wand das *Blastoderm* ist.

Die Blastomeren des Blastoderms differenziren sich darauf zu zweierlei, wenn nicht durch ihre äussere Gestalt, so doch immer durch ihre inneren Leistungen unterschiedenen Formen. Die Einen von diesen stellen das *Epiblast*, die Anderen das *Hypoblast* dar. Die weiteren Veränderungen des Embryos sind die Folge der den Epiblast- und Hypoblastblastomeren innewohnenden Tendenzen zu weiterer Modification. Jedes von diesen ist gewissermassen ein Keim, aus dem sich gewisse Theile des fertigen Organismus entwickeln.

Aus jeder Reihe der Wirbellosen kennt man jetzt eine Anzahl von Beispielen, wo die weitere Umbildung der Blastosphaere durch einen Vorgang der Einstülpung oder *Embolie* herbeigeführt wird, infolge dessen das Hypoblast mehr oder minder in das Epiblast eingeschlossen wird. Mit der Einstülpung geht eine Verkleinerung oder gänzliche Verdrängung des Blastocoels und die Bildung einer vom Hypoblast umschlossenen Höhle, des Urdarms oder *Archenterons*, einher. Die nach Beendigung des Einstülpungsvorganges von den aneinander gerückten Rändern des Epiblasts gelassene Oeffnung, durch welche der Urdarm nach aussen mündet, ist der *Blastoporus*. In diesem Zustande ist der Embryo eine *Gastrula*.

Sehr häufig kommt es vor, dass der Entwicklungsvorgang durch eine Ungleichheit in der Grösse der Blastomeren modificirt wird, eine Ungleichheit, welche schon von der Zweitheilung des Eies an oder erst später hervortreten kann. In diesem Falle gehören die kleineren und sich rascher theilenden Blastomeren gewöhnlich dem Epiblast, die grösseren und sich langsamer theilenden dem Hypoblast an. Ferner kommt es vor, dass sich gar kein Blastocoel bildet, und der Vorgang der Umschliessung des Hypoblasts vom Epiblast kann das Aussehen einer Umwachsung des Ersteren durch das Letztere annehmen, sogenannter »*Epibolie*«; der Urdarm kann dann erst sehr spät innerhalb des Hypoblasts auftreten.

Wenn in Fällen von Epibolie das Blastoderm im Verhältniss zum Dotter sehr klein ist, so schmiegen sich das Epiblast und das Hypoblast bei ihrem ersten Auftreten nothwendig an die Oberfläche

des Dotters an, und so wird die Gastrula, statt die Gestalt eines tiefen Bechers zu haben, mehr oder minder flach und scheibenförmig.

Ich bin der Meinung, dass alle die verschiedenen Vorgänge, durch welche die Gastrula oder deren Aequivalente entstehen, sich auf Epibolie und Embolie zurückführen lassen. Selbst dort, wo Epiblast und Hypoblast sich durch *Delamination* oder durch Spaltung eines ursprünglich einschichtigen Blastodermes in zwei Zellenschichten bilden, ist wol kaum daran zu zweifeln, dass es sich in Wirklichkeit entweder um einen sehr frühen Einschluss der Hypoblastblastomeren in die späteren Epiblastblastomeren oder um eine sehr späte und undeutliche Einwucherung oder Einstülpung des Hypoblastabschnittes des Blastodermes handelt.

Wenden wir den Ausdruck Gastrula in diesem umfassenden Sinne an, so kann man mit Recht sagen, dass jedes Metazoon im Laufe seiner Entwicklung das Gastrulastadium durchläuft. Die Frage, ob die Entwicklung der Gastrula durch Embolie die primäre, die durch die Epibolie die secundäre ist, oder ob Epibolie primär und Embolie secundär oder ob die beiden Vorgänge unabhängig von einander aufgetreten seien, ist von untergeordneter Wichtigkeit und gehört in das unsichere Gebiet der Phylogenie.[1])

Die Bedeutung der Differenzirung des Zellenhaufens, aus dem ein einfaches Metazoon besteht, in eine Hypoblast- oder Endoderm- und eine Epiblast- oder Ektodermzellengruppe ist in der physiologischen Theilung der Arbeit zu suchen, welche die Grundquelle aller morphologischen Veränderungen ist. Es ist die Trennung des Haufens morphologischer Einheiten in eine Gruppe mit besonders ernährender und eine mit besonders motorischer und schützender Function. Man kann sich recht wohl ein ausgebildetes Metazoon von der Gestalt eines Schwammembryos denken, der sich mit seiner Ektodermhemisphäre bewegt, während die Endodermhemisphäre seine Ernährung besorgt.

Der nächste Fortschritt in der Organisation eines solchen Metazoons würde offenbar darin bestehen, dass sich die Schutzschicht weiter über die Ernährungsschicht hinüber erstreckte, doch so, dass dabei in geeigneter Weise für den Zutritt des umgebenden Mediums

1) Vergleiche Haeckel, »Studien zur Gastraeatheorie« in seinen »Biologischen Studien«, 1877.

einfachste Form der Theilung führt zur Bildung einer kugligen oder scheibenförmigen Masse gleich oder ungleich grosser abgeleiteter Zellen oder Blastomeren. Alsdann erhält die so gebildete *Morula* gewöhnlich eine innere Höhlung, das *Blastocoel*, und wird dadurch zu einer hohlen Blase, der *Blastosphaera*, deren aus einer einzigen Schicht von Blastomeren bestehende Wand das *Blastoderm* ist.

Die Blastomeren des Blastoderms differenziren sich darauf zu zweierlei, wenn nicht durch ihre äussere Gestalt, so doch immer durch ihre inneren Leistungen unterschiedenen Formen. Die Einen von diesen stellen das *Epiblast*, die Anderen das *Hypoblast* dar. Die weiteren Veränderungen des Embryos sind die Folge der den Epiblast- und Hypoblastblastomeren innewohnenden Tendenzen zu weiterer Modification. Jedes von diesen ist gewissermassen ein Keim, aus dem sich gewisse Theile des fertigen Organismus entwickeln.

Aus jeder Reihe der Wirbellosen kennt man jetzt eine Anzahl von Beispielen, wo die weitere Umbildung der Blastosphaere durch einen Vorgang der Einstülpung oder *Embolie* herbeigeführt wird, infolge dessen das Hypoblast mehr oder minder in das Epiblast eingeschlossen wird. Mit der Einstülpung geht eine Verkleinerung oder gänzliche Verdrängung des Blastocoels und die Bildung einer vom Hypoblast umschlossenen Höhle, des Urdarms oder *Archenterons*, einher. Die nach Beendigung des Einstülpungsvorganges von den aneinander gerückten Rändern des Epiblasts gelassene Oeffnung, durch welche der Urdarm nach aussen mündet, ist der *Blastoporus*. In diesem Zustande ist der Embryo eine *Gastrula*.

Sehr häufig kommt es vor, dass der Entwicklungsvorgang durch eine Ungleichheit in der Grösse der Blastomeren modificirt wird, eine Ungleichheit, welche schon von der Zweitheilung des Eies an oder erst später hervortreten kann. In diesem Falle gehören die kleineren und sich rascher theilenden Blastomeren gewöhnlich dem Epiblast, die grösseren und sich langsamer theilenden dem Hypoblast an. Ferner kommt es vor, dass sich gar kein Blastocoel bildet, und der Vorgang der Umschliessung des Hypoblasts vom Epiblast kann das Aussehen einer Umwachsung des Ersteren durch das Letztere annehmen, sogenannter »*Epibolie*«; der Urdarm kann dann erst sehr spät innerhalb des Hypoblasts auftreten.

Wenn in Fällen von Epibolie das Blastoderm im Verhältniss zum Dotter sehr klein ist, so schmiegen sich das Epiblast und das Hypoblast bei ihrem ersten Auftreten nothwenig an die Oberfläche

des Dotters an, und so wird die Gastrula, statt die Gestalt eines tiefen Bechers zu haben, mehr oder minder flach und scheibenförmig.

Ich bin der Meinung, dass alle die verschiedenen Vorgänge, durch welche die Gastrula oder deren Aequivalente entstehen, sich auf Epibolie und Embolie zurückführen lassen. Selbst dort, wo Epiblast und Hypoblast sich durch *Delamination* oder durch Spaltung eines ursprünglich einschichtigen Blastodermes in zwei Zellenschichten bilden, ist wol kaum daran zu zweifeln, dass es sich in Wirklichkeit entweder um einen sehr frühen Einschluss der Hypoblastblastomeren in die späteren Epiblastblastomeren oder um eine sehr späte und undeutliche Einwucherung oder Einstülpung des Hypoblastabschnittes des Blastodermes handelt.

Wenden wir den Ausdruck Gastrula in diesem umfassenden Sinne an, so kann man mit Recht sagen, dass jedes Metazoon im Laufe seiner Entwicklung das Gastrulastadium durchläuft. Die Frage, ob die Entwicklung der Gastrula durch Embolie die primäre, die durch die Epibolie die secundäre ist, oder ob Epibolie primär und Embolie secundär oder ob die beiden Vorgänge unabhängig von einander aufgetreten seien, ist von untergeordneter Wichtigkeit und gehört in das unsichere Gebiet der Phylogenie.[1]

Die Bedeutung der Differenzirung des Zellenhaufens, aus dem ein einfaches Metazoon besteht, in eine Hypoblast- oder Endoderm- und eine Epiblast- oder Ektodermzellengruppe ist in der physiologischen Theilung der Arbeit zu suchen, welche die Grundquelle aller morphologischen Veränderungen ist. Es ist die Trennung des Haufens morphologischer Einheiten in eine Gruppe mit besonders ernährender und eine mit besonders motorischer und schützender Function. Man kann sich recht wohl ein ausgebildetes Metazoon von der Gestalt eines Schwammembryos denken, der sich mit seiner Ektodermhemisphäre bewegt, während die Endodermhemisphäre seine Ernährung besorgt.

Der nächste Fortschritt in der Organisation eines solchen Metazoons würde offenbar darin bestehen, dass sich die Schutzschicht weiter über die Ernährungsschicht hinüber erstreckte, doch so, dass dabei in geeigneter Weise für den Zutritt des umgebenden Mediums

1) Vergleiche HAECKEL, »Studien zur Gastraeatheorie« in seinen »Biologischen Studien«, 1877.

zur Letzteren gesorgt bliebe. Dieser Fortschritt kann offenbar auf zweierlei Weise erreicht werden, einmal durch Embolie und dann durch Epibolie. Im ersteren Falle würde der Blastoporus als Oeffnung für den Zusammenhang des Ektoderms mit der äusseren Umgebung bestehen bleiben, und das Resultat wäre eine *archäostome* Gastrula, wie sie HAECKEL als die Urform des Metazoons annimmt. Im letztern Falle würde sich der Blastoporus völlig schliessen und im Ektoderm würden sich für die Einfuhr der Nahrung eine oder mehrere neue Oeffnungen bilden. Der daraus hervorgehende Organismus wäre eine *deuterostome* Gastrula.

Ohne Zweifel erscheint die Annahme als die natürlichste, dass der erste Vorgang in der Entwicklungsreihenfolge dem zweiten vorausgegangen ist; allein der Beweis dafür fehlt noch. Wie dem jedoch sein mag, der Fortgang der Forschung scheint für viele Fälle das Fortbestehen des Blastoporus als Mund immer zweifelhafter zu machen. Es ist sicher, dass bei der grossen Mehrzahl der wirbellosen Thiere der Blastoporus entweder zum After wird oder sich schliesst, und es sind erneute Beobachtungen erforderlich, um die Grenzen zu ermitteln, innerhalb deren der archäostome Zustand besteht.

Das Blastocoel der Gastrula kann infolge der Aneinanderlegung von Epiblast und Hypoblast verstreichen, oder aber es kann fortbestehen und das *Perienteron* oder die ursprüngliche Leibeshöhle bilden.

Diejenigen Thiere, welche in ihrem ausgebildeten Zustande einfachen Gastrulen mit verstrichenem Blastocoel am nächsten stehen, sind die *Physemarien* und *Hydra*, becherförmige Körper mit einer ovalen Oeffnung an einem Ende, dessen Wände einfach aus einem Ektoderm und einem Endoderm bestehen.[1])

Bei der grossen Mehrzahl der *Metazoën* wird ein weiterer Fortschritt in der Complication dadurch herbeigeführt, dass zwischen dem Epiblast und dem Hypoblast entweder vereinzelt oder in einer zusammenhängenden Schicht Zellen auftreten, welche das Mesoblast darstellen und sich schliesslich in Mesodermgebilde verwandeln. Der Ursprung dieser Zellen ist noch zweifelhaft, in vielen Fällen scheinen sie jedoch ohne Frage vom Hypoblast abzustammen.

---

1) Meines Erachtens entsprechen die KLEINENBERGschen Fasern bei *Hydra* nicht eigentlich einem Mesoderm, wenn sie auch die Lage eines solchen einnehmen.

Das Perienteron kann, mehr oder minder von den Bestandtheilen des Mesoblasts unterbrochen und durchsetzt, direct in den Perivisceralraum oder die Perivisceralcanäle des fertigen Thieres übergehen, die dann ein *Schizocoel* darstellen. Auf diese Weise entsteht, scheint mir, wol ohne Zweifel die Leibeshöhle bei den *Rotiferen*, den endoprokten *Polyzoen*, den Echinopädien der *Echinodermen*, den *Tunicaten* und den *Nematoden*.

Andrerseits erstrecken sich bei vielen Wirbellosen einer oder mehrere Divertikel des Urdarms in das Perienteron und das darin enthaltene Mesoblast hinein. Manchmal, so bei den *Coelenteraten*, bleiben diese während des ganzen Lebens mit der Darmhöhle in Zusammenhang und heissen dann Gastrovascularcanäle. In anderen Fällen (*Echinodermen*, *Brachiopoden*, *Chaetognathen*) schnüren sie sich ab, ihre Höhlen bilden ein verschiedentlich umgebildetes *Enterocoel*, und aus ihren Wandungen geht neben den ursprünglichen Mesoblastelementen das Mesoderm hervor.

Auf welche von diesen beiden möglichen Quellen des Mesoderms die Mesodermgebilde der *Anneliden* und *Arthropoden* zurückzuführen sind, welche so sehr allgemein in Form zweier longitudinalen Keimstreifen im Embryo auftreten und später in Segmente zerfallen, ist ein sehr interessantes, aber noch ungelöstes Problem. Möglich, dass sie solide Repräsentanten der hohlen Divertikel sind, aus denen bei anderen Thieren das Enterocoel hervorgeht; in diesem Falle würde die Leibeshöhle dieser Thiere ein virtuelles Enterocoel sein. Andrerseits können sie auch blos die Mesoblastzellen der endoprokten Polyzoen und der Echinopädien vertreten, und dann würde ihre Leibeshöhle ein Schizocoel sein. Allein es ist unnöthig, diesen Punkt hier weiter zu verfolgen: es ist genug gesagt, um zu zeigen, dass, so verschieden auch ein wirbelloses Thier vom andern sein mag, aus dem Studium ihrer Entwicklung hervorgeht, dass sich jedes den jüngeren Stadien aller übrigen nähert, wenn man es bis auf seine Embryonalstadien zurück verfolgt, oder mit anderen Worten, dass alle von einem gemeinsamen Typus ausgehen und selbst in ihrer äussersten Verschiedenheit noch Spuren ihrer ursprünglichen Einheit bewahren.

Es ist sehr wichtig, zu beachten, dass diese morphologischen Verallgemeinerungen, soweit sie richtig ausgeführt sind, einfache Darlegung der Thatsachen sind und nichts mit Speculationen über

die Art und Weise, wie die wirbellosen Thiere, die wir kennen, entstanden sind, zu thun haben. Sie bleiben, soweit sie überhaupt richtig sind, auch dann richtig, wenn es sich herausstellen sollte, dass jede Thierart für sich und ohne Beziehung zu irgend einer andern entstanden wäre. Wenn andrerseits selbständige Gründe vorhanden sind, an eine Abstammung der Formen zu glauben, so legen die Thatsachen der Morphologie der Hypothese von der Entwicklung der Wirbellosen aus einem gemeinsamen Ursprunge nicht nur kein Hinderniss in den Weg, sondern fügen sich derselben leicht.

Daher die zahlreichen phylogenetischen Hypothesen, welche neuerdings hervorgetreten sind, und von denen sich sagen lässt, dass sie alle werthvoll sind, insofern sie der Forschung eine neue Richtung weisen, und dass wenige eine weitere Bedeutung haben. Ich beabsichtige nicht, die Zahl dieser Hypothesen noch zu vermehren; ich will mir nur erlauben, zu bemerken, dass in Ermangelung einer zulänglichen paläontologischen Geschichte der Wirbellosen alle Versuche, ihre Phylogenie zu construiren, blosse Speculationen sein müssen.

Allein der älteste Theil der geologischen Urkunden liefert uns nicht ein einziges Beispiel von einer Versteinerung, in der wir aus irgend einem annehmbaren Grunde den Vertreter der frühesten Form irgend einer unserer Reihen von Wirbellosen erkennen könnten, oder ein Mittel, unserer Einbildung, wie wol die Urgeschichte der wirbellosen Thiere auf der Erde verlaufen sein mag, an der Hand von Thatsachen Schranken anzulegen.

Allerdings fehlt es bereits nicht an Andeutungen, dass die ungeheure Menge von jetzt bekannten fossilen Arthropoden, Mollusken, Echinodermen und Zoophyten reiche Beweise für den genetischen Zusammenhang der Formen liefern werden, wenn einmal die Untersuchungen der Paläontologen nicht mehr blos von dem Wunsche getrieben werden, geologische Zeitmarken zu entdecken und die Zahl der Arten zu vermehren, sondern von dem Verständniss für die Wichtigkeit morphologischer Thatsachen geleitet werden, welches man sich nur durch eine gründliche Bekanntschaft mit der Anatomie und Embryologie aneignen kann. Aber eine Paläontologie der Wirbellosen in diesem Sinne ist noch zu schaffen.

Register.

U.

V.

W.

X.

Z.

Berichtigungen.

Seite	83,	Zeile 1	von	unten	lies	»verfolgt« statt »erfolgt«.
»	95,	» 1	»	»	»	»dauernd bestehender« statt »zusammenhängender«.
»	122,	» 1	»	oben	»	»Schwimmscheibe« statt »schwimmende Scheibe«.
»	194,	» 1	»	unten	»	»hintern« statt »vordern«.
»	200,	» 8	»	oben	»	»ein unter dem Ganglienstrange liegendes« statt »einem — liegenden«.
»	210,	» 12	»	unten	»	»Bei keinem polychaeten Annelid«.
»	278,	» 1	»	»	»	»Sternalmembran« statt »Sternalregion«.
»	495,	» 2	»	»	»	»Ein Abschnitt eines dieser«.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

12 [illegible]

Mr [illegible] 28, [illegible] Road

[illegible]

